מדינת ישראל

משרד המדע והפיתוח
המועצה הלאומית למחקר ופיתוח

משרד התקשורת
יחידת המדען הראשי

ועדת ההיגוי לתקשוב

תת הועדה למחקר והשכלה גבוהה

פרוטוקול יום העיון שנערך ב-19.4.85 בנושא:

"היערכות האוניברסיטאות בנושא התקשוב
בחמש השנים הבאות"

בהשתתפות נציגי פקולטאות ומחלקות שונות באוניברסיטאות בארץ,
נציגי מרכזי חישובים, נציגים מן התעשיה ומן הממשלה.

N.C.R.D. 1\8-75

המועצה הלאומית למחקר ופיתוח
הקריה, בנין ג', [illegible]

טל. 02 - [illegible]

פרופ. יוסף רביב אסביר לכם קצת את מטרת הפגישה ומאיפה באה היוזמה
והחומר שקבלתם הדברים כתובים. אבל אתם בודאי שמעתם לאחרונה בעתונות
נושא הזה שקיימת מליאה שמונתה על ידי שר המדע בנושא של תקשוב במדינה
המטרה של המליאר הז להגיש המלצות לממשלה איך להיערך לשנים הבאות לנושאים
של תיקשוב

קודם היו צריכים להחליט מה זה תיקשוב זאת מלה חדשה. החליטו שזה משהו
יותר רחב מאשר אנשים מסוימים חשבו זה התחיל בנושא של תקשורת היות ויו"ר
המליאר הוא המדען הראשי של משרד התקשורת ולכן אנשים חשבו שהנושא הוא תקשורת
מחשבים אבל לבסוף הוחלט שזה יותר רחב וזה תקשורת. מחשבים ומידע.

הכוונה היא לכסות שטח די רחב המליאה התחלקה לתת-ועדות. ואני יו"ר של
תת יעדה למחקר והשכלה גבוהה חברים בתת-הועדה הזו הם ד"ר יהודה אדיר מרפא"ל
ד"ר טסר ממשרד המדע והפיתוח מר א כהן מאוניברסיטת תל-אביב מר ג. פינקל ממכון
ויצמן פרופ ע פז מהטכניון ופרופ א. שמיר מהאוניברסיטה העברית.

כל תת-ועדה בחרה נושא להתמקד עליו ואנחנו התלבטנו בזה תקופה מסוימת
והחלטנו שהנושא המתאים לנו זה נושא של היערכות האוניברסיטאות במשך 5-10 השנים
הבאות בנושא של מיחשוב או תיקשוב
החלטנו שהדרך הטובה זה לזמן יום עיון כזה של אנשים שעוסקים בנושא ואנשים
שמתעניינים חשבנו שזה טוב להפגיש את האנשים שמתעניינים בענין כדי שיוכלו
להחליף דעות. חשבנו גם שזה חשוב לשמוע את הדעות של האנשים בנושא לפני שאנחנו
מגישים איזה שהוא דו"ח לממשלה על ההמלצות שלנו איך הממשלה יכולה לעזור
בנושא הזה

עשינו את זה גם בצורה של פאנלים רבי-שיח ויש לכם את הרשימה של הנושאים
ויושבי-ראש רבי השיח הם פרופ עזריה פז שהוא הדיקאן של הפקולטה למדעי המחשב
בטכניון והוא חבר בועדה, פרופ' אלי שמיר שהוא גם כן חבר בועדה מהאוניברסיטה
העברית ופרופ' פרייס שהוא חבר בות"ת. מאוניברסיטת בן-גוריון, והנושאים לפניכם

נתחיל את הדיון בהצגה על ידי אבי כהן של מערכת שאתם בודאי כולכם מכירים, וזה ה"אקדמיק ריסרץ' נט וורק" שהיא פעילה במשך שנה כבר באוניברסיטאות בארץ, וגם יש לנו קשר מהמערכת הזו לרומא, ומשם זה מקשר אותנו למספר אוניברסיטאות באירופה ול"ביט נט" שזו מערכת של 100 אוניברסיטאות עם 200 מחשבים.

הייתי רוצה שזאת תהיה לא רק הרצאה, אלא יהיה גם דיון, אם כי זה לא רב-שיח. המערכת הזו היא יוזמה של חברת איי.בי.אם. והיא משלמת עבור המערכת לתקופה של 4 שנים, עד 87. אחד הדברים שכדאי לדבר עליהם זה גם מה יקרה אחרי זה. יכול להיות ש-איי.בי.אם. תמשיך ויכול להיות שלא, אבל היא התחילה את זה ל-4 שנים, וצריך לראות בשביל מה זה טוב, ומה שתשמעו מאבי יראה לכם שיש לזה הרבה מאד שימושים. צריך להבין גם איך זה מתקשר לרשתות אחרות, ואולי אנשים יכולים פה להתבטא בנושא הזה, איך הם רואים את זה, ואיך הם משתמשים בזה, ואיזה בעיות יש להם ואיזה שימושים טובים יש להם וכו'.

נתחיל בהרצאה של אבי כהן.

<u>מר אבי כהן</u>: אני מניח שאינני צריך לתת הקדמה באשר לצורך ברשת תקשורת במחקר אקדמי, עם כל המשמעויות של קשר בתוך הארץ וקשר בינלאומי, הנוכחים פה בודאי יודעים זאת טוב ממני.

בהתייחסנו לרשת אקדמית לנושאי מחקר, אנחנו מניחים כמובן, שהרשת תהיה קלה לשימוש, בטוחה, אמינה וזמינה הן לצורך קשר אינטראקטיבי והן לצורך העברת נתונים מסיבית - קבצים או הודעות אחרות.

כמובן שעל הרשת לאפשר לנו גם תקשורת בינלאומית.

באשר לענין האמינות. אם לא נצליח להבטיח שהרשת היא אמינה במידה כזו, שאפשר להתבסס עליה ככלי עבודה, תוך זמן קצר נאבד את המשתמשים הפוטנציאלים, שיחפשו אלטרנטיבות אחרות.

ראשי התיבות של EARN, European Academic Research Network
הרשת אמורה להיות הטרוגנית. כך שתאפשר חיבור של מגוון ציוד, (למרות שזו רשת שהיוזמה להקמתה היתה של איי.בי.אם.) והתכנון הוא, שמבחינת פרוטוקולים אפשר יהיה להגיע לגוון גם כן וקצת נרחיב על כך בהמשך.

המטרה בהקמת הרשת היא, לקשר בין אוניברסיטאות, בתי ספר גבוהים ומרכזי מחקר באירופה, (כשלצורך זה ישראל היא חלק מאירופה).

טווח הקשר שרשת זו צריכה לספק מבחינתנו, הוא אירופה, ארצות הברית וקנדה. הקשר מעבר לאירופה מתבצע באמצעות "ביטנט" וזאת רשת קיימת בארצות הברית. מבחינת הקשר בין "ארן" ו"ביט נט" זו למעשה, רשת אחת היום, ואני מקווה שזה גם כך ישאר. היו התלבטויות, האם לראות זאת כשתי רשתות או כרשת כוללת.

בשלב הזה זו רשת אחת ולא שתי רשתות. הכוונה היא לאפשר גישה לרשתות האקדמיות הלאומיות בכל המדינות באירופה, שבהן קיימות רשתות כאלה. הידועות שביניהן הן רשת JANET באנגליה שהינה פעילה מספר שנים, ורשת CUNET בשבדיה, אבל קיימות רשתות נוספות בארצות אחרות.

על הקמת רשת EARN הוכרז רשמית ב-20 לפברואר 84. בכנס ההקמה השתתפו הנציגים של 9 מדינות שנכנסו לקטגוריה של המיסדים ואנחנו היינו ביניהם. עד סוף 84 הצטרפו עוד מדינות, והיום הרשת, או הארגון , כולל כבר 17 מדינות, 170 מרכזים, והקשר ל"ביט נט" נעשה באמצעות שני קווים נלנ"ים שעוברים דרך רומא לארצות הברית, ומשם מתפצל לכל המרכזים שקשורים ל"ביט נט".

ההנחה היא, שהגידול הצפוי, לפחות בטווח הקרוב, הוא של כ-10 מרכזים נוספים לרשת לחודש.

קיימות עדיין בעיות של ההתחברות לרשת. אנו לא נתקלנו בארץ בבעיה, אבל במרבית המדינות באירופה משרדי התקשורת הערימו קשיים על התקשורת הזאת בטענה, שלא ברורה מטרת הרשת וכל הנושא של הספקת שרותים באמצעות רשת תקשורת צריכה ליבון,

לפני שמאפשרים באמצעותה תקשורת בינלאומית. דיונים אלה לא נסתיימו עדיין, ואני מניח שגם בישראל הנושא ידון, כי גם משרד התקשורת לא הגדיר במדוייק את עמדתו. כלומר, זכיון של מתן שרותים מהסוג הזה, יתכן שנצטרך להגיע להסכם עם חברת הבזק לגבי השרותים שאנחנו נותנים באמצעות הרשת.

הטענה של משרדי התקשורת היא של פגיעה בחוק ה"בזק" מעצם היותנו מתווכים בין שני צרכני תקשורת. כלומר, מצב של תקשורת בין שני צמתים - אתה מדבר עם מישהו והוא מדבר איתך, הוא תקין. אתה משלם על השימוש בקו וזכותך לעשות בקו זה כרצונך, אך ברגע שקו זה משמש כמתווך בין שני מרכזים אחרים, והנך מספק להם למעשה שרותי תקשורת, אתה מתחרה במשרד התקשורת, או בחברת הבזק במקרה שלנו.

בכל אופן, ההסדר שנקבע במספר ארצות באירופה הוא שגם אם עובדים בנלנ"ים, יקבע תעריף על התעבורה ברשת, כפי שקורה ברשתות הציבוריות, כשהתשלום מורכב מתשלום בסיסי בתוספת תשלום על פי כמות התעבורה ברשת. כלומר, הם רוצים לקבל את כמות התעבורה, ולחייב בהתאם, כאילו זו היתה רשת ציבורית שגם בה נגבה כעת תשלום.

כפי שציינתי כבר, בהגדרת המטרות של EARN נקבע, שתהיה תאימות בין מחשבים שונים, מבחינת תקשורת. היה ברור מלכתחילה שלמרות שהיוזמה היא של י.ב.מ. יהיה רצון וצורך בקישור מחשבים, לאו דוקא של י.ב.מ. ואמנם גם היום כבר קיימים מחשבים כאלה ברשת. כמובן שתקשורת כזו מחייבת סטנדרטיזציה מינימלית.

מבחינת תקשורת, הרשת בנויה היום על פרוטוקולים סטנדרטיים של י.ב.מ. אבל בעתיד תפותח התאמה לפרוטוקול x25 או תקשורת לווינים וכן סטנדרטים אחרים שיתחייבו מהתקשורת הבין-אוניברסיטאית.

ניהול EARN מתבצע באמצעות מועצת מנהלים. לכל מדינה נציג אחד שיכול להיות איש אוניברסיטה או מוסד מחקר. הפגישות בשלב זה הן בתדירות של פעמיים או שלוש פעמים בשנה, והמטרה הראשונה של מועצת המנהלים היא לקבוע את הקריטוריונים לקבלת חברים ומה תהיינה קבוצות העבודה שיעסקו בנושאים הדורשים טיפול נוסף ולהגדיר את מטרות הרשת ושיטת העבודה בה.

בשלב זה מוגדרות מטלות במיפגשים אלה, הכל בצורה התנדבותית, בינתיים. מספקים אמצעי עזר לצורך הדרכה והפצת מידע. כמו כן, מגדירים את השרותים שיידרשו ברשת או יוזמים פיתוח שירותים (מבחינה זאת הגרמנים מאד פעילים, וממש הקימו לנושא הזה צוות פרוייקט שיוזם הצעות ושרותים שונים).

הנציג בכל מדינה צריך להיות אחראי על תיאום השלוחה הלאומית אותה הוא מייצג וההחלטות על חיבור מרכזים חדשים.

התעורר שאלות לגבי התפקיד של י.ב.מ. ברשת EARN . חשוב להבהיר שהתפקיד של איי.בי.אמ. מעבר לזכות, היוזמה לפרוייקט הזה, הוא לתמוך ברשת מבחינה כספית עד 87. התמיכה מתבטאת בציוד המחשב שעומד כצומת (אצלנו בחיפה, במרכז המדעי של י.ב.מ. ובמתן בקרי תקשורת או מודמים ותוכנה לתמיכה ברשת התקשורת. כמו כן, ניתן סיוע טכני, אם הנדרש, בכל הקשור להפעלת הרשת.

כמו כן י.ב.מ. תורמת בפרסום הפצת עלונים.

השאלה מה יקרה אחרי 87 היא שאלה חשובה, ואולי כדאי שזה יהיה אחד הנושאים לדיון בהמשך. אבל בשלב זה טווח הפעולה ש- י.ב.מ. התחייב לו הוא 4 שנים מתחילת הפרוייקט.

הטכנולוגיה שבשימוש "ארן" היא קוים במהירויות של 9600 באוד. משטרי הקו הם מקובלים בי.ב.מ. סינכרוני.

המחשבים שהיום פועלים ברשת הם מחשבי י.ב.מ. או תואמים להם, מחשבי cdc ומחשבי vax כפי שאמרתי, הכוונה בעתיד היא להכנס למשטר תקשורת המבוסס על x25, שהוא הבסיס המקובל לרשתות הציבוריות. התחילו כבר דיונים על אימוץ הסטנדרטים של OSI (open system interconnection), המבוסס על חלוקת הפעילות ל-7 שכבות. על עקרונות אלה מקובל היום לראות את העתיד של טכנולוגיות התקשורת המתפתחות.

השרותים ש"ארן" אמור לספק הם: שרותי דואר, העברת הודעות, העברת קבצים, (כקבצים אנחנו מגדירים תכניות או מצבור נתונים), שיתוף משאבים, האפשרות להריץ במחשבים שונים, שרותי אינפורמציה, סיוע טכני בבעיות שמתעוררות. הכוונה היא לא לכנסי מחשבים, אלא לבצע דיונים באמצעות מחשב, וכמובן שמוש בגישה אינטראקטיבית, מרחוק.

לא כל השירותים המוזכרים עובדים היום בצורה אידיאלית. לשרותי הדואר והעברת ההודעות עדיין לא גובש ממש בדיוק סטנדרט, יש נסיונות לגבש סטנדרטים ברמה לאומית ורק להבטיח שהכותרת או ה"מעטפת" תהיה סטנדרטית. יש להניח שבמשך הזמן יתפתחו סטנדרטים ברורים יותר ואפשר היה להגיע לרמת שרותים גבוהה יותר, כפי שאולי במספר רשתות ותיקות, ושמו דגש על ענין זה.

בכל אופן, העקרון של שימוש ב"ארן", לפתוח ברמה הזאת לצורך העברת מידע בסיסי הוא שימוש בפקודות פשוטות ככל האפשר להעברת הודעות, להכוונה למשלוח, להעברת קבצים ותיוק ההודעות בצורה זו או אחרת. למעשה, בכל מדינה פיתחו מילון מונחים, ואנחנו יכולים למצוא בארץ שימוש בתכניות שונות לצרכים האלה, ולא תמיד זה מפריע. המקור היום לתוכנות אלה להעברת קבצים והודעות הוא פיתוחים שנעשו באוניברסיטאות בארצות הברית. הם מועתקים ומועברים ברשת לשימוש יתר המדינות, וכך אף אנחנו נוהגים.

תהליך ההצטרפות ל"ארן" הוא פשוט. כפי שנאמר, זה פתוח לכל מוסדות המחקר ומוסדות האקדמיה, בתנאי אחד, שהשימוש איננו מסחרי. גם מוסדות מחקר של גופים מסחריים יכולים להצטרף לרשת בתנאי שמוסד המחקר גופו איננו מסחרי ביעודו כך שזה די גמיש מבחינה זאת. מבחינתנו, אפשר יהיה לעודד הצטרפות של גופי מחקר שיש לנו ענין בצירופם לרשת גם אם הם שייכים לחברות שהן בעקרון חברות מסחריות.

ההגדרה של "מרכז" מבחינת רשת "ארן" היא לפחות מחשב אחד שתומך ברשת. כמובן, שאי אפשר לחבר מיקרו מחשב ולהגדיר אותו כמרכז. הנציג המקומי של "ארן" צריך לקבל את הבקשה ולאשר אותה. ההבטחה של כל מרכז כזה צריכה לכלול פעילות

של 24 שעות ביממה, כולל שבתות וחגים. (זאת בתנאי שהמרכז אינו בקצה הרשת אלא משם גם כמתורך). התעוררה בעיה באירופה אם לסגור בחג המולד (אני מניח שזאת אותה בעיה עם יום כפור אצלנו, ואולי חגים אחרים).

דבר נוסף, שכל מרכז כזה צריך להתחייב הוא לתמוך במרכזים אחרים שיתקשרו אליו, כי כל הרשת מבוססת על התקשורת שעוברת בניתוב בין המרכזים.

תנאי נוסף המחייב חברות ב- EARN הוא התשלום עבור הקוים, כי ברור שעם תום התקופה של מימון י.ב.מ. צריך יהיה להסדיר גם נושא זה. בינתיים לא התחייבנו לשום דבר.

בדיוני הנהלת EARN הועלתה הבעיה של הגדרת Node ID כזיהוי של המרכז. התנהל דיון אם יש להגיע לסטנדרט שיחייב כל מדינה בקידומת זיהוי, או להשאיר את זיהוי ה- Node כדבר פתוח לכל מרכז. ההחלטה בשלב זה היא, שלא תהיה הגדרה סטנדרטית. כלומר, אין אות מזהה למדינה. במפגש האחרון סוכם, שמדינות חדשות שתצטרפנה, תתבקשנה להגדיר אות מזהה.

כדי להיות משתמש רגיל ב"ארן" (לא מרכז) צריך להיות מחובר לאחד המרכזים ולקבל אות שמזהה את המשתמש באותו מרכז, וכך הוא מזוהה ברשת. כאשר מישהו רוצה להתחבר למשתמש אחר, הוא צריך לדעת, איפה, להגדיר את זיהוי המשתמש וזיהוי המרכז בו הוא פועל.

המדינות שחברות היום ברשת הן: אוסטריה, בלגיה, דנמרק, פינלנד, צרפת, גרמניה, יוון, איסלנד, אירלנד, ישראל, איטליה, הולנד, נורבגיה, ספרד.

מה קיים בארץ? בשלב זה כל האוניברסיטאות מחוברות לרשת, ורק הן, כאשר לכל אחת מהן או בחלק מהן יש יותר מאשר מחשב אחד. בטכניון למשל, גם רוקס קשור וגם י.ב.מ. בתל-אביב קשורים מחשבי CDC י.ב.מ. גם במכון ויצמן יש VAX 750 ו- י.ב.מ. כל היתר זה או סי.די.סי. או VAX י.ב.מ. אושרו עקרונית בקשות של מחלקות למדעי המחשב לקשור רוקס גם ישירות לרשת, כדי להתגבר על מגבלות שאינן מאפשרות תקשורת אינטראקטיבית.

היום כבר יש דרישה להעתיק את הצומת מהמרכז המדעי בחיפה לאחת האוניברסיטאות, כי הטענה היא שבאוניברסיטאות המודעות לשירותי הצומת תהיה גבוהה יותר.

<u>מרק לויט (מכון ויצמן):</u> אחד השימושים האפשריים זה לגשת למאגרי מידע, ואני שמעתי שאולי יש אפשרות גם לחברה מסחרית.

<u>אבי כהן :</u> זה לא ניתן, כי זה נוגד את החוק

<u>מרק לויט :</u> איזה אחוז מהקיבולת של הרשת בשימוש?

<u>אבי כהן:</u> ההערכה שלי היא, שהניצול אינו גבוה במיוחד. בודאי פחות מ-50%. מבחינת סוג התעבורה, כ-50% מהקבצים מכילים עד 20 רשומות ומהווים כ-5% מהתעבורה וכ-5% מהקבצים מכילים מעל 1000 רשומות ומהוים כ-50% מהתעבורה.
כמות התעבורה היוצאת והנכנסת שווה פחות או יותר.

יש לנו ועדה בין אוניברסיטאית במסגרת מחב"א שעוסקת בנושא הרשת. קויימו כבר מספר פגישות להגדרת הסטנדרטים הדרושים בנושאים שונים. בין היתר אנו עוסקים בקביעת סטנדרט לדואר אלקטרוני בעברית.

השימוש ברשת הזאת גדל באופן די מהיר. כיום אם הרשת הזאת לא עובדת, אז יש בעיות. יש טענות די קשות במקרה כזה. אין לי נתונים סטטיסטיים לגבי השימוש.

<u>גידרא שביב:</u> אני מדבר גם כמנהל המרכז וגם כצרכן. קודם כל, מסתבר שאחוז מתוך סך הכל התעבורה, 50% - 60% מגיע ארצה והיתר יוצא החוצה. כנראה שמקבלים יותר ממה ששולחים.

בטכניון היום מגיעים לממוצע 150-200 הודעות וכ-50 קבצים ליום, לפני שהודענו את הסטודנטים משימוש ברשת, היינו כ-1000-1200 והיינו צריכים לנהוג בצורה כזאת, כיוון שהתחלתי לקבל הודעות מארצות הברית על ניצול לרעה של הרשת על ידי סטודנטים. בין השאר, שליחת מכתבי שרשרת שהנטיה שלהם היא לגרום מיד לסתימת הרשת. בין השאר, שליחת הרבה דואר פרטי, שליחת משחקים וכו'. במילים אחרות, ניצול לרעה של הרשת כמשחק.

כתוצאה מכך היינו נאלצים בטכניון לעשות מספר דברים. ראשית, הפנינו את תשומת לב הדיקאנים המתאימים לטיפול באותם סטודנטים שחרגו מהנורמה, ובמקביל היינו צריכים לפתח תוכנה אשר מאפשרת לאנשי הקשר הרלוונטים בפקולטות לחסום סטודנטים, מיד אחרי שהדבר נעשה, התעבורה ירדה בפקטור של 10.

נוסף לכך, הטכניון נותן במידה מצומצמת מאד שרותי מחשב גם לצרכני חוץ. למשל, חברת חשמל. מאחר ואנחנו מניחים שהרשת היא רשת אקדמית טהורה ואיננה מיועדת למטרות מסחר, חסמנו אוטומטית את כל צרכני החוץ שקשורים לטכניון. מספרם איננו גדול. מדובר באחוזים בודדים של סך הכל השימוש.

<u>אבי כהן:</u> הייתי רוצה להוסיף בענין מכתבי השרשרת, יש עוד תופעה אחת שנראית חמורה מאד, וזה האפשרות של ב"ברודסטינג". מסתבר שסטודנטים התארגנו בקבוצות די משמעותיות בכל מיני ארצות, והם מתחילים להריץ מכתבים שמוכפלים בפקטור רציני מאד, והרשת נסתמת לתעבורה. יתכן שהנושא הזה של שימוש ברשת לסטודנטים, לפחות לתואר ראשון, היה צריך לקבל החלטה כאן ולחסום את זה.

<u>פרופ' כצנלסון (הטכניון):</u> אני רוצה לספר על השיבושים שאנחנו מכירים אותם. המערכת שלנו מחוברת לשימוש רשתות שונות, . מתברר שהשימוש העיקרי זה בשיתוף פעולה עם אנשים... יש אנשים שעוסקים באינפורמציה או בהשוואות סטטיסטירת וכו', ולפתע הם מבקשים טרמינלים. כיוון שכולם אנשי סגל בכירים, הם קבלו טרמינלים.

מה הם עושים? הם עובדים עם חו"ל. מעבירים מכתבים ברמה פרטית וכו'. הדבר הזה ברור שהוא פתח לשיתוף פעולה הדוק עם אנשים שנמצאים בחוץ. אני מעביר קבצים ובעיקר אני מעביר הודעות. בזמנו אמרו שאם רוצים קשר עם חו"ל צריך טלפון בינלאומי חופשי. הדבר הזה הוא יותר מטלפון בינלאומי חופשי, אם הוא מהיר.

<u>פרופ' רביב:</u> אם אנחנו מדברים על סתימת הרשת, אז אם נעשה דולפיקציה של פרופ' גולדברג אז אפשר יהיה לסתום את הרשת בקלות.

<u>פרופ' גולדברג (הטכניון):</u> אני לא חושב שאני מעביר כמות כל כך גדולה, אני עובד בפיסיקה ואני מוכרח לומר שהכלי הוא טוב. יתכן שזה מפני שתחום העבודה שלי הוא תחום של שיתוף פעולה בינלאומי, ואני מרגיש את זה לפני החברים בתחומים אחרים. אני משוכנע שהדבר הזה יבוא. זה פשוט משנה לגמרי את אופי העבודה.

מה שאנחנו עושים עם הכלי הזה זה רחב מאד מבחינת מגוון דברים. למשל, עם פיסיקאי מאד ידוע מאוניברסיטת שיקגו חברנו הצעת מחקר בשביל מוסד בשם פרמילב במשך 72 שעות. זאת אומרת, בפרק זמן של 72 שעות אחרי שנולד הרעיון, ההצעה הוגשה, כשכתבנו חלקים פה, חלקים בארצות הברית, קבענו זמנים שמחליפים והגשנו את זה. זה חוסך זמן אדיר, ומונע את ה-די.קי, שיש בכוון המחשבה על נושא מסוים בגלל הזמן שצריך לחכות.

עם חברים מסטנפורד עשינו משהו אחר, אנחנו פתחנו תוכנה בצורת כזאת. החלטנו שכך וכך רוטינות צריך לכתוב. יושבים 3 אנשים, שניים פה ואחד פה, כותבים את החלקים, שולחים את הרוטינות, מנסים את זה על אחד המחשבים וזה עובד.

דבר נוסף שעשינו זה דברים שהם לא נוחים מסיבות טכניות במחשב אלמוני ואפשר להריץ אותם במחשב פלמוני.

אנחנו עובדים על פרוייקט של בניית גלאי. אנחנו מעבירים מידע של ציוד שרטוטים זאת בעיה. אנחנו כישראלים צריכים להתחיל לקבוע סטנדרט של העברת מידע גרפי. לא תמונות אלא גרפים. היום זאת בעיה להעביר גרפים ממחשב למחשב. כמובן שיש הרבה הודעות ויש הרבה דואר. כותבים מאמרים באותה צורה. מי שרגיל לעבוד בשיתוף פעולה בינלאומי כזה שכותבים מאמרים ומפזרים אותם בין 18 מוסדות בין יפאן לקליפורניה ואחר כך לאירופה, יש לו בעיה מסוימת, אבל זה ענין של טכניקה.

אם לסכם, יש הרבה הרצה ממרחקים ויש הרבה העברות תוכנות. אולי צריך לתת דוגמא ספציפית על מנת שיראו מה סותם את המערכת ומה אפשר לעשות נגד זה. בפרוייקט הזה המשותף של בניית גלאי גדול, יושבות שלוש קבוצות במכון ויצמן, אוניברסיטת תל-אביב והטכניון.
אנחנו חייבים לבנות משהו ולשם כך אנחנו צריכים סימולציה רצינית מאד של הגלאי כדי לדעת מה אנחנו בונים. בקשתי שישלחו לי תוכנית, ואני ידעתי שמה שאני מבקש זה 80-90 אלף שורות של קוד. קבלתי את זה דרך "סרן". פעם הייתי שולח מכתב ובעבור 10 ימים הוא היה מגיע לג'נבה. שם שולחים סרט, הסרט נתקע באיזה מקום במכס, אגף הקנית מקבל הודעה ומתחילים לנסות לשחרר את הסרט. באמצעות ה"ארן" בקשתי את התוכנה הזאת ביום שני וביום שלישי בערב היא עבדה, 80 אלף של קוד רצו על מחשב י.ב.מ. של הטכניון.

אני חושב שזה מסכם את הענין. תכנית כזאת מריצים פעם אחת ואחר כך יושבים חדשים רבים וחושבים מה אני רוצה לעשות עם התכנית הזאת. הכלי הוא נורא יפה וצעצוע יפה, ושולחים כל מיני הודעות שטותיות לחברים, ואחרי זמן זה מגיע לרוויה, לאחר כך זה מגיע לירידה, כי יש פתאם כלי חזק וצריך להפעיל את השכל מה לעשות בו.

<u>פרופ' שביב</u> : אחרי ששמעתם מה שנאמר, אני רוצה להוסיף כצרכן. כאן אני יכול לספר אנקדוטה. יש לי חבר במכון לאסטרונומיה בקמברידג' שלכל מקום שהוא נוסע, הוא נוסע עם קופסת הכרטיסים שלו. אמרתי לו: פיטר, למה אתה סוחב את קופסת הכרטיסים? הוא אומר: כאשר אני בא עם הכרטיסים, אזי 20 רגע אחרי שאני מגיע, התכנית עובדת. כאשר אני בא עם טייפ, זה לא תמיד עובד. אין תמיד אפשרות מידית להוסיף התכנית. הרצת והכנת התוכנית דורשת כשבוע עד 10 ימים.

סבורני שאחד היתרונות של זה, שאתה מעביר תכנית והיא מופיעה אצלך במחשב בדרך כלל בצורה שהיא כתובה כבר ומפוענחת ואתה כמעט תמיד יכול להריץ את זה ישר, זה יתרון חשוב, גם אם אתה לא בא לאותו מחשב.

כללית, אני עובד עם קבוצה מארצות הברית והם מורידים נתונים מתצפירת על סרט מגנטי, ולמחרת יש לי את התוצאות אצלי במשרד. לא מוכנות לניתוח, אבל ישר מוכנות בשביל עבוד עליהן. זה דבר שמקודם היה בלתי ניתן לביצוע.

פרופ' מייק לויט: אני זוכר איזה מאמר ששם נאמר, שבי.ב.מ. יש כבר רשת תקשורת חמש שנים בכל המעבדות שלהם, והם גילו שבהנדסה היתה תקשורת יוצאת מהכלל והיה הרבה שיתופי פעולה. לעומת זה, במדע הם גילו שמ-10 אלפים מאמרים שנכתבו בתקופה זו בי.ב.מ. רק 17 היו קשורים עם שיתוף פעולה. השאלה היא, אם זה נכון, ושנית, אולי בארצות הברית בגלל הטלפון הם לא צריכים את הרשת. אבל בפירוש נאמר שיש הבדל גדול מאד בשיטות עבודה, והמדענים י.ב.מ. הם לא במיוחד יותר טובים מהמדענים במקומות אחרים. השאלה היא, אם אנחנו צריכים פה ללכת לפי תחזית כזאת או לפי תחזית שאנחנו כבר רואים בארץ. שאליה יש התלהבות. אולי מפני שאנחנו יותר רחוקים.

פרופ' רביב: אני חושב שזאת טעות להסתכל על י.ב.מ. כדוגמא, היות וב- י.ב.מ. לגבי מעברים מדעיים אין הרבה קשר בין מקומות שונים. יש מרכז גדול שבו עובדים 1800 איש ויש עוד מרכז של 500 איש בסאן חוזה. אין הרבה קשר ביניהם. בעצם, העבודה נעשית באחד משני המרכזים האלה, וזה לא כמו קשר בין אוניברסיטאות וכו'. אני חושב שזה קצת מטעה להסתכל על הדוגמא הזאת של י.ב.מ.

צבי פירון: חזרתי לפני 4 ימים מארצות הברית ושם ניסיתי לשכנע קבוצה מסויימת לענות על הביטנט. בארצות הברית משום מה זה עולה הרבה כסף.
שנית, אין להם צורך בזה, כי 99% משיתוף הפעולה שלהם זה בתוך ארצות הברית. שם אפשר להתקשר מטלפון אחד לטלפון שני, ממחשב אחד לשני ואין בעיה.

פרופ' רביב: זה תלוי מאד עם מי מדברים, יש כל מיני נטים בארצות הברית שהם בשימוש מאד רחב. אם היית היום סוגר אותם, אז היה אאוטקרייז כזה ש...

<u>צבי פירן:</u> לחלק מהמדענים בארץ יש אי.די. לא רק בארץ אלא גם בחו"ל. לפעמים יש מקרה, שאתה עובד עם מישהו ההוא איננו קשור ל"ביטנט" או ל"ארן" אך רוצה להתקשר אתך. תכסיס מאד פשוט הוא, שאם זה יש לך יוזר אי.די. במעבדה כלשהי בחו"ל, אז לפחות במקום שאני קשור איתו הינו מוכנים לתת לי שני יוזרים, ואתה עובד כך ומפיץ בין החברים שלך, אם הם משתמשים בראשון, אז ההודעה נשארת שם, מפני שהמקום שאני קשור איתו, כן יכול להתקשר דרך ה-סי.אס.4. אם זה נשלח ליוזר אי.די. השני, אוטומטית הוא מעביר אותך אחר כך ל-טיאיי....
למשל, ואנחנו מקבלים את זה בתל-אביב. זה תכסיס מאד פשוט לקחת חברים שלך שאתה עובד איתם, ושהם לא קשורים לביטנט, אבל יש להם דרך אחרת, בין אם זה דרך קו ישיר, טלפון או משהו אחר למרכז שכן יכול להתקשר לביטנט, ואותם מדענים ישראלים שיש להם יוזר אי.די. שם, שיבקשו שניים, כאשר ידוע שהשני אוטומטי, ואז הם לא צריכים לעשות שם שום עבודה בירוקרטית. המחשב אוטומטית שולח את זה הלאה.

<u>פרופ' רביב:</u> אולי הערה אחרונה. המרכז המדעי שלנו בארץ קשור לרשת י.ב.מ. אנחנו קשורים לעשר מעבדות בארצות הברית. כמוכן קשורים לכל המרכזים של י.ב.מ. אבל מבחינת עבודה אנחנו עובדים עם עשר מעבדות של פיתוח בארצות הברית ועושים מחקר איתם. אם לא היה לנו את הקשר הזה, לא היינו יכולים לעשות את זה. כך יש לנו יוזר א.די. בכל המקומות האלה, יש לנו שיתוף פעולה, יש לנו עבודה דומה וכו', אבל אנחנו המרכז היחידי שקשור למרכזים בארה"ב. זאת לא דוגמא, אבל בכל זאת דוגמא של אפשרות.

עכשיו, רציתי להזמין את פרופ' עזריה פז שהוא יו"ר הרב-שיח ואת פרופ' אברמוביץ מאוניברסיטת תל-אביב, את פרופ' כצנלסון מהטכניון, פרופ' מייק לויט ממכון ויצמן, פרופ' פרייס מאוניברסיטת בן גוריון ופרופ' גיורא שביב מהטכניון, פרופ' כתריאל בארי מהאוניברסיטה העברית.

<u>ר ב - ש י ח</u>

<u>פרופ' עזריה פז:</u> הנושא הוא ניהול משאבי מחשב בתוך ובין אוניברסיטאות אני חושב לתת לכל אחד מחברי הצורת להציג את דעותיו בכמה דקות. אחר כך שאלות והערות. בתור רקע רק אומר, שאנחנו נמצאים היום בעיצומה של מהפיכה שקשורה

במחשבים, כי אנחנו שומעים בינינו לבין עצמנו בפעם הראשונה בהיסטוריה, שיש לנו מכשיר שמסוגל להוציא תוך זמן קצר הרבה תוצאות לא נכונות, אבל גם נכונות. ברור לגמרי שקיים היום פער רציני בין מדינות שמשתלטות על המכשיר הזה לבין מדינות שמתרחקות ממנו, והפער הזה ילך ויגדל, ואין ספק שרק כאלה שידעו לעשות שימוש נכון במכשיר הזה יצליחו להשאר במועדון הנכון.

לפני שכל אחד ואחד פה יאמר את מה יש לו לומר, אני רק אעיר שתי נקודות. נקודה ראשונה: ישנו עקרון החזיר, כלומר, אם משהו טוב, אז יותר הוא יותר טוב. מצד אחד, השאלה היא, האם אנחנו הולכים לתת לכל יחידה להזמין את מה שהיא רוצה, אם אנחנו נאפשר לכל חבר סגל לקבל את כל הציוד שהוא רוצה, האם אנחנו נשאף לביזור, לפיזור של המחשבים, או האם נשאף לאיזה שהיא הכוונה מרכזית אשר מכוונת ומדריכה ומפקחת על חלוקת המשאבים.

שאלה אחרת: לצערי הרב, אני לא מכיר הרבה מדינות בעולם שבהם חברי הסגל מרגישים כל כך מקופחים מבחינת תנאי העבודה הכלכליים. אמנם זה לא נראה קשור לנושא הדיון, אבל זה קשור במובן הזה, שרוב חברי הסגל שיש להם יד וקשר לדברים שיש להם ביקוש מחפשים ומוצאים דרכים למימון של מה שעשו פעם לצורך אקדמי, ועושים היום לצורך כלכלי. נוצרים היום קשרים בין חברי הסגל לבין חברות מסחריות שונות, והעצמאות של האוניברסיטאות יורדת עקב כך באשר ליכולת לבחור בציוד המתאים מתוך שיקולים אובייקטיבים, כאשר הרבה חברי סגל שיש להם קשר למקום זה או אחר באופן טבעי מושפעים מהמקום הזה או האחר, ומשפיעים על בחירת הציוד בהתאם.

זאת היא שאלה שאולי לא בולטת בכל מקום ולא הגיעה עדיין למימדים שיכולה להגיע, והייתי רוצה גם על זה להעיר את תשומת הלב.

לבסוף, אומר גם מלה אחת במה שנוגע לדעתי. באשר לנקודה הראשונה. לדעתי, יש חשיבות רבה לכך, שאנחנו כן נאפשר גישה רחבה ככל האפשר לכל חבר סגל שרוצה, או שחושב שהוא רוצה, לציוד הקשור במחשבים.

הדבר הזה בולט ברוב האוניברסיטאות בעולם. בל נשכח שהמחשבים יצאו מהאוניברסיטאות כאשר יצאו לשוק עוד לפני שהגיעו למרחבים. כפי שהם הגיעו. אתן שתי דוגמאות. לפני 4 שנים יצאתי לשבתון באוניברסיטת ברקלי. בימים הראשונים נכנסתי לפקידה הראשית ואמרתי, שהייתי רוצה שיהיה לי טרמינל בחדר. היא הלכה לארון והוציאה טרמינל ונתנה לי.

בקיץ הזה בקרתי ביפאן בהרבה אוניברסיאטאות ובאחד המקומות שאלו אותי, האם יכולים להקליט את מה שאני אומר. אמרתי: מצידי תעשו וידיאו. מיד הוציאו וידיאו, ולא היתה שום בעיה בכך. הציוד הוא החדיש ביותר מצוי בכמויות ניכרות בכל אוניברסיטה שבה בקרתי. הרעיון הוא, וזה רעיון נכון בהסטוריה שהוכיח את עצמו, שקודם נוצר המכשיר ואחר כך נוצרים השימושים. כשיש מכשיר, אז באים השימושים.

<u>פרופ' מיק לויט:</u> אני מדען במחלקה לפיסיקה כימית, ואני יו"ר ועדת המחשבים במכון מזה 4 שנים. השאלה שפה דוברה היא שאלה שמציקה לנו מאד. במשך התקופה האחרונה התמונה של המחשבים השתנתה לגמרי. לפני 4 שנים היה לנו מחשב י.ב.מ. 370. מחשב אחד. מאז לא רק שקבלנו י.ב.מ. ، חדש, אלא יש במכון ווקסים בוינויטס, ווקסים ב-וי.אמ.אס., סנטסטיישן עם פרולוג, מחשבים שמיוחדים לגרפיקה, וכל זה קרה בלי שבדיוק תכננו איך זה קרה.

זה קרה משום שמדענים מסויימים לחצו מאד למחשבים שיהיו טובים לעבודה שלהם. היום ברור ואנחנו מנסים לעשות מכל העניין הזה סדר. אחת מהמטרות היתה לנסות לתת למדענים את הכלי שמתאים להם, והיום ברור שלמטרות שונות מתאים כלי שונה. ברור שמישהו טוב מאד על ליסט משין, אם תכריח אותו לעבוד עם כלי אחר, הוא יהיה מאד עצוב. ברור לי היום שהמגוון נעשה יותר רחב. אנחנו חושבים עכשיו על רה-פרדססורים למיניהם. אני חושב שזאת תופעה שתמשיך לקרות. המגוון יהיה יותר רחב במשך השנים. אני לא מאמין שיהיה מחשב אחד סופר שיענה לכל אחד.

מצד שני, ברור לנו שניהול מרכזי חשוב מאד. מדענים הם מנהלים איומים. הם לא יעשו דבר עד שהדברים יגיעו למצב גרוע מאד. אם מדען צריך להיות נוכח כשמגיע טכנאי, הוא לא יהיה, וזה עול קשה למדענים, וכאן אנחנו מנסים למצוא דרך, שאפשר יהיה לנהל את כל המגוון הרחב של המחשבים דרך מרכז אחד. ברור שזה מסובך, כי המרכז לא רוצה לשלם את כל ההוצאות, הם גם רוצים להנות קצת מהמחשבים, ואז

אנחנו מנסים למצוא דרך, אולי של אוטונומיה, או של מרכז מרכזי שדרכו נזרים את רוב הבקשות הכספיות ושהמדענים במידה מסוימת ינהלו את המרכזים שלהם, כי ברור שאם המרכז צריך לתת לכל משתמש גישה לליספ משיןאז הם יצטרכו להשיג מומחים בליספ. מספר המומחים שזקוקים למרכז יהיה גדול מאד, ואז אנחנו פשוט חברנו מערכת כזאת שהמחשבים הם צבוריים אבל לא לחלוטין. כל אחד יכול לגשת, ובמחשב המרכזי הוא יכול לדרוש את כל השרותים, ואם הוא רוצה לעבוד עם ליספ משין, אז יגידו לו: באיזה ארון הסט נמצא ולשם הוא ילך.

אני חושב שאת זה נצטרך לעשות. אני אינני חושב שמצאנו את הפתרון אבל הבעיה הקשה היא איך לנהל מערכת מהסוג הזה. אינני יודע אם יש חוקים האומרים איך לנהל מערכת שבאופן כללי צריכה להיות עם מגוון רחב מאד ובלתי נתונה להנהלה. אני חושב שזאת הבעיה שכרגע עומדת לפנינו במכון, ואני מניח שצריכה לעמוד גם לפני הועדה הזאת.

<u>כתריאל בארי</u>: אני יו"ר המחלקה למדעי המחשב בירושלים. אני כנראה לא בפאנל הנכון, כיוון שאני לא מייצג דוקא את הצרכנים שאינם אנשי מחשבים. אני גם חבר ועדת מחשב בירושלים, ומבחינה זאת אולי אני יודע קצת על מה שנעשה גם במקומות אחרים.

אני חושב שאנחנו כאן עוסקים בדיון של איך לסגור את הדלת אחרי שהסוס ברח. צריכים לעשות השוואה לא רק לגבי אוניברסיטה, אלא לגבי החברה בכלל. לדעתי אנחנו עוברים מהפיכה של מיחשוב. כמו כל מהפיכה אחרת, מדברים על זה הרבה, אבל לא לכל אחד ברור מה קורה.
עד שיהיה ברור מה קורה, זה כבר קרה. המיחשוב חודר לכל תחום של החברה המודרנית. תחום אחד שבו בדיוק לא ברור מה קורה זה אולי התחום של מחשבים אישים לצורך הבית, אבל בכל התחומים האחרים של עסקים קטנים, גדולים, בינוניים, בכל תחומי החברה העסק הזה נכנס מהר מאד ואנחנו נהיה מופתעים תוך זמן קצר. מי שעדיין לא רואה את זה, יראה שכל פקיד וכל פקידה בכל משרד ובכל מקום משתמשים אך ורק בכלי הזה.

אותו דבר קורה באוניברסיטה. במכון ויצמן כולם מדענים של מדעי הטבע,

לפי הסירוג הירושלמי. בירושלים יש פקולטה למדעי החברה, למדעי הרוח ואנחנו רואים בצורה ברורה שגם שם מספר המחשבים הוא לא ניתן למניה על יד אחת או שתיים. אינני יודע כמה ידים צריך כדי לספור את המחשבים שיש באוניברסיטה. מדובר על שימושים מאד מגוונים ושונים.

זה כולל סטטיסטיקה ושימושים דומים במדעי החברה. מדובר על מדעי הרוח, ואני צופה שמגוון השימושים וסוגי המערכות יהיה רב מאד, וזה מעמיד כל מיני שאלות. שאלה שכבר הוזכרה כאן היתה, מה תפקיד מרכז החישובים בעולם שבו יש עשרות ומאות מחשבים מפוזרים במקומות שונים. כבר נאמר שמדענים הם מנהלים מאד גרועים. קשר של מדענים עם חברות אחזקה הוא בדרך כלל גרוע מאד, וחברות אחזקה בודאי תדענה לנצל את העובדה הזאת די טוב, והשאלה היא, אם מרכז החישובים צריך להשאר במתכונת הקלסית של מרכז חישובים עם מחשב גדול, ועם צורת מתאים, או שצריך להפוך אותו למרכז חישובים במשמעות הלוגית, אבל מבוזר מבחינה פיזית, עם אנשים שנמצאים במקומות שונים, ויודעים לגשת ולסייע בתחזוקה ובהפעלת מערכת בסיסית.

צריך להביא בחשבון שהמדענים או מי שמשתמש במחשבים אינם יודעים שום דבר על מערכות מחשבים. המחשבים היום קלים יותר לשימוש מאשר לפני עשר שנים, אבל עדיין לא הגענו למצב שזה מכונת כביסה שכל עקרת בית יכולה להפעיל אותה. זה עוד יקח קצת זמן, להערכתי.

מבחינה זאת אני חושב שהפיזור כבר הגיע. השאלה היא, רק איך נערכים לקראת הביזור ולא אם צריך ביזור או לא.

למשל; איך מקימים את מערך התמיכה, איך מקימים מערך של הוראה לצורך אותם אנשי סגל שרוצים להשתמש במחשבים, כי ברור שיש כאן צורך בהדרכה שוטפת. מרכזי החישובים כיום לא ערוכים כל כך לתת הדרכה טובה למגוון רחב של לקוחות, וצריכים לבצע את הדבר הזה.

אספקט אחר לגמרי שלא הוזכר כאן הוא אספקט של הוראה באוניברסיטה. אנו צריכים להוציא היום סטודנטים שמכירים את הנושא, ולהערכתי, כל סטודנט היום צריך לצאת עם **מודעות של נושא** המיחשוב. מה ללמד אותם? האם ללמד אותם תכנית בשפת פסקל, שימוש ב-אס.פי.אס.אס. או שמא ננסה ללמד אותם הרבה מעבר לזה. כלומר, לא ללמד אותם תכנות, אלא להכיר את המחשב ככלי שעושה עיבוד תמלילים וגם סטטיסטיקה ואולי 5-6 סוגי שימושים שונים. מה בדיוק אנחנו צריכים ללמד את הסטודנטים, מה זה אותו מושג מעורפל של "קומפיוטר ליטרסי", ולדעתי זה דבר

שעדיין לא ברור, אבל כדאי שנתקוף אותו היום ולא נחכה עד שהם יקבעו מה אנחנו צריכים ללמד אותם.

שאלה שלישית היא הנושא של תיאום בין אוניברסיטאות שאני חושב שהיה כדאי לחשוב עליו. דברנו הרבה על רשת, ועיקר הדיון אחרי ההרצאה היה בשאלה, כמה עבודה יש ברשת וגם ספורים על כמה טוב שיש רשת. אף אחד לא העלה את השאלה שבעצם, רוצים שתהיה רשת פנים ארצית לקשר בין האוניברסיטאות. אחת מהסיבות היא, שכשם שרואים בי זור, דהיינו, הרבה מכשירים קטנים לצרכי משתמשים קטנים יותר, אנחנו גם רואים צרכים של מדענים הטבע למכשירים גדולים יותר ויותר, ואנחנו יודעים שיש עדיין פרוייקט שלא בוצע, לקנות מחשב גדול אחד מרכזי. בלי כל ספק,זה דבר שצריך יהיה לבצע אותו באיזה שהוא שלב בקרוב, וזה אחת מהסיבות שצריך רשת, אבל יש גם הרבה סיבות אחרות. צריך רשת כדי שהמדענים בארץ ישתפו פעולה זה עם זה. היום הרבה יותר קל לשתף מדענים בין ירושלים וקליפורניה מאשר בין ירושלים לטכניון.

המחלקה שלי חברה ב- CSNET היא מגיעה לקליפורניה וגם לטכניון. אני צריך הייתי השבוע להעביר משהו מהר לחיפה, ואחד מהמסלולים היא דרך קליפורניה, בעוד שלהעביר לחיפה היו בעיות. זה לקח לי כמה שעות טובות.

אני חושב שהיה רצוי להקים נציגות של הצרכנים. נציגות שתקיים דיונים תכופים ותהיה פתוחה לציבור, ואז הצרכנים ידעו שיש דיונים ויוכלו לקבל מידע על תוכן הדיונים ולתרום להם, כדי לדעת מה בדיוק רוצים להקים ברשת הארצית, ואיך לממש את השרותים בדרך היעילה, הזולה והמהירה ביותר.

כמו כן לקבוע סטנדרטים, כפי שכבר דובר כאן. להעביר את הסביבות זאת לא בעיה. מציגים ־ עברית על מחשבים שונים ואיך דואגים להעברה, זאת כן בעיה מעניינת. אני חושב שצריך ללכת רחוק מזה, אולי להתחיל לחשוב על מגוון של תכניות שיוכלו לרוץ במחשבים שונים, שאפשר יהיה להעביר תוכנה ממחשב למחשב או להעביר רישומים ממחשב למחשב בלי הרבה בעיות, כולל רישומים בעברית, באנגלית ומגוון רחב של דברים מסוגים אחרים.

יש כמה נושאים שניתקלתי בהם שוב ושוב, ולא מצאתי להם פתרון שאהיה שבע רצון ממנו. כנראה ששורש הבעיה הוא חירות והדברים קשורים בבעיות חברתיות עמוקות. התחלתי בכך שתפשתי מהיכן מופיעה המימרה, שמנהלים של מרכזי מחשבים יש להם לייף-טיים קצר, ומדוע הם יוצאים בסכומו של דבר, גם כשנותנים להם הרבה טפיחות על השכם, בהרגשה שהג'וב הזה כמעט בלתי אפשרי.

הבעיה האחת שאני רוצה להתייחס אליה זאת הבעיה של איך מקבלים כסף למרכז מחשבים ולתהליכי החישוב. הרגשתם של המדענים כלפי חוץ, כשהם עומדים מול החברה, הם טוענים, שזה כמו אויר ובכמות בלתי מוגבלת, התוצאות שהמדענים יביאו לסביבה המיידית והיותר רחוקה, תהינה כמובן יוצאות מגדר הרגיל ואכן, תראו את ההיסטוריה, תראו מה המחשבים עשו עבור החברה.

מצד שני, הבעיה האמיתית שבה נתקל מנהל מרכז מחשבים בלי הרף, זאת בעיה, שהכמות של המשאבים שעומדת לרשותו היא תמיד מוגבלת. הוא נתקל מצד המשתמשים בדרישות העולות. בדרך כלל בצורה אכספוננציאלית כאשר הוא מקבל את המשאבים בצורה קבועה, ושאלתו היא איך מחלקים אותם בצורה הנכונה.

באחד הזמנים אפילו הנהלת הטכניון שאלה, מה עושים? איך קורה שפתאום הדרישות עולות וכמות הכסף שלי היא מוגבלת, והאם אם אתן להם מליון דולר או יותר עכשיו, תפתר הבעיה ויהיה לי שקט לכמה שנים?

אני חושב שהנקודה המעניינת היא, שיש הבדל מאד משמעותי בצורה של חלוקת המשאבים לחישוב מהצורה של חלוקה של משאבים, נניח, אם אני רוצה להקים מעבדה למיקרו מחשבים או מעבדה לפיסיקה, מעבדה נסויית שהכסף מבחינה מסויימת מגיע בכמויות גדולות, וניתן לאוניברסיטה, על סמך סיסמאות מאד כלליות: הוראה זה טוב ליהודים, מחקר הכרחי להוראה, אדמינסטרציה הכרחית כי בלי זה אי אפשר לנהל את המוסד המתאים. אז המחשב שלנו מלא, תנו לנו עוד כסף.

בדרך כלל בשנים האחרונות הכסף מגיע בקצב קצת יותר מוגבר. המצב עכשיו הרבה יותר טוב מאשר היה באמצע שנות ה-70. הוא מתחלק בפנים למעשה, בצורה שכמעט איננה מבוקרת. אם אני צריך 10 אלפים דולר למחקר, אני צריך לעבור הרבה ביורוקרטיה, אבל אם אני צרכן של מרכז מחשבים גדול ואני משתמש בזמן חישוב בשיעור של רבע מליון דולר לשנה, אין על זה שום בקורת. אין על זה בקורת מראש

כשמקבלים את הזמן, כשמגישים בקשה למספר חשבון, ואין על זה בקורת אחר כך. כלומר, איש איננו בא כעבור 3 שנים ואומר: פרופ' כצנלסון, אתה קבלת רבע מליון דולר כל שנה, שלוש שנים, מה עשית במשאבים האלה ואיפה התוצאות. ואין איש שאומר, האם כדאי במקום זה להקים מעבדה ללייזרים.

במערכת האקדמית אין כל מנגנון ששואל את השאלות הללו. אלו הן שאלות פוליטיות בסופו של דבר ולא שאלות מקצועיות שמנהל מרכז מחשבים מחליט עליהן. הן שאלות פוליטיות שבהן החברה באיזה שהוא מובן צריכה להחליט, האם את המשאבים שלה במחקר, אדמינסטרציה וכו' משקיעים בענף אחד או בענף שני.

אין גם מנגנון שבודק לאחר זמן את הביצועים בכל כוון שבו נעשית השקעה, האם השקעה מוצדקת והאם צריך להעביר את זה בכוון אחד.

כתוצאה מכך קיימות תופעות שאולי הן זמניות כי השטח חדש. מבחינה מסויימת אלו הן תופעות טבעיות, משום שאם אדם נמצא במערכת בלתי מוגבלת, ויש לו אדם או קבוצת מחקר בעלי אינטרסים אישיים, אז הוא מתפשט כמה שהוא יכול וככל שהוא יותר חזק, הוא מתפשט יותר. במוסדות שהכרתי, הגורם הבודד החזק ביותר היה אדמינסטרציה, ובכל מקום שהאדמינסטרציה הזאת היתה קשורה במחשבים שהמטרה שלהם למחקר, הוראה ואדמינסטרציה, אז הם קבלו את החלק הארי.

הגורם הדומיננטי השני הוא האנשים שמריצים פרוייקטים ועבודות שאינם צריכים תגובה מיידית, הם חזקים יותר, מכניסים את התכנית ומחכים. הם כמובן, מקבלים חלק יותר גדול מהמשאבים בסכומו של דבר.

קיימים נסיונות בטכניון. הנסיון הגדול הוא שהדבר הגיע להנהלה, שמישהו צריך לכוון ולהגיד שהכסף הולך למחקר בכוון מסוים או להוראה בכוון מסוים, שמישהו צריך לבוא כעבור כמה שנים להחליט האם הדבר שווה בהשקעה, ואם פה צריכים להשקיע - הנסיון לכוון את חלוקת המשאבים דרך ההנהלה, נתקל בהתנגדות כללית, בעבר הנושא של בדיקת תוצאות השקעת המשאבים.

ההתנגדות העיקרית באה מצד הקולגות, הפרופסורים האחרים ראו בכך פגיעה בחופש האקדמי. זאת תופעה חברתית מאד מעניינת, כי המושג של חופש אקדמי ואי התערבות בדברים שאתה עושה, הוא מושג מאד מעניין, שאני מאמין בו. במיוחד אינני אוהב שמתערבים בענינים שבהם אני עוסק, אבל שמדברים על כמויות מאד גדולות של אמצעים, זה לגמרי לא ברור כיצד הדבר הזה צריך למעשה לפעול.

במערכת האמריקאית קיימת מערכת של בקרה. כלומר, האדם צריך לפנות למערכת חצונית לאוניברסיטה, להגיש בקשה לכסף, הוא מקבל כסף, אותו הוא נותן למרכז המחשבים תמורת השימוש במשאבים או שהוא קונה לעצמו מחשב משלו, ויש בקורת כלשהי לגבי השימוש. זה כמובן פותר את הבעיה, והיא איננה מפסיקה להיות בעיה חברתית, רק ההחלטה שצריכים עכשיו לעוד "אינטגרייטד סרטקט" ובשנה שעברה עודדו דבר אחר, נעשית במקום אחר. אני לא מנסה בין החבריה שהם צריכים להיות "דיאר קליגקס". זה נעשה מבחוץ ובצורה אנונימית.

תופעה זו שהחברה איננה מצליחה לטפל בבעיה של משאבים במרכזי מחשבים מופיעה במערכות מבוזרות. כלומר אחד הפתרונות הוא לבזר את המערכת כך, שכל קבוצה של משתמשים שיש להם דרישות דומות יקבלו מחשב שלהם ועל ידי כך, אם לקחת דוגמא קיצונית, האדמיניסטרציה שהיא בעלת שרירים חזקים לא תוכל להפריע לחוקר כלשהו שצריך "אינטראקטיב קומפיוטינג".

הדבר הזה עבד בצורה טובה הרבה יותר מהדברים האחרים, אבל גם לא בצורה מניחה את הדעת לגמרי, משום אותן סיבות. הבעיה במערכות האלה נובעת משני דברים, ראשית, קבוצה קטנה קבלה את המחשב. מופיעה קבוצה גדולה ששייכת מבחינה חברתית לאותה מערכת. כלומר, הם נמצאים שם, הם חברי סגל עם כל הדרגות באותה פקולטה, והם טוענים: אנחנו רוצים גם כן גישה. מאמצים למנוע מהם גישה לא הצליחו. כמובן, זה מוריד את הרספונס טיים כדבר ראשון. שנית, זה ממלא את הדיסקים. הדיסקים הם תמיד סופיים. יש להם נטיה להתמלא מהר יותר מהכמות זמן החישוב.

נסיון לבקר את השימוש בדיסקים בצורה יותר חריפה, כלומר שמפעם לפעם מנהלי מרכז המחשבים יבדקו גם את מה שנמצא על הדיסקים וגם האם אתה משתמש בטכניקות תוכנה מתאימות וכו'. כלומר, מעין משטרה של תוכנה, של שימוש, הדברים האלה נתקלו בהתנגדות משום שבמושגים החברתיים שלנו - אתה מתערב בעבודת מחקר של מישהו אחר.

במצב הנוכחי איננו יודע פתרונות לדברים האלה. כלומר, אם הערכים החברתיים שלנו ישארו כפי שהם, הדרך היחידה היא דרך של גידול מתמיד במשאבים. כל עוד אפשר להמשיך ולהזרים כמות גדולה של כסף הלחץ לא יהיה גדול. ברגע שזה יפסק, יהיו לנו קשיים יוצאים מן הכלל, ואלה שהם יותר חלשים כמובן יסבלו.

<u>פרופ' אברמוביץ'</u>: אני יו"ר ועדת המחשב של אוניברסיטת תל אביב.

אני רואה שאותן הבעיות שבהן מתלבטים אצלנו מתלבטים גם אחרים. לדוגמה,
מציאת דרך למדוד את הצרכים, כדי שמצד אחד, לא נבזבז את המשאבים,
ומצד שני נדע איך לתכנן הוספת משאבים, אני חושב שאם כי זאת בעיה
שמאד קשה להגדיר אותה, במוקדם או במאוחר נצטרך להתמודד אתה. העובדה שאין לנו אפשרות מעשית היום לעשות זאת, לא אומרת שאנחנו איננו צריכים לעשות מאמצים בעתיד להתגבר על הבעיה הזאת.

על מה אני מדבר? לפני שנתיים שלוש היינו צריכים באוניברסיטת תל אביב להחליף את המחשב במחשב אחר. היינו צריכים להגדיר מה אנחנו צריכים, בכמה לגדול. כפי שקבענו, התחלנו לבדוק איזה עבודות נעשות. לקחנו קבוצה גדולה של עבודות. עשינו "בנץ'-מרק" ובסוף הגענו למסקנה: הנה זה המחשב המתאים לנו ביותר מכל הבחינות, כולל הכפלת מספר המשתמשים שעובדים ב"טיים שרינג".

הבאנו מחשב חדש שהיה מתוכנן לספק את הצרכים לחמש שנים. תוך שנה הוא מלא ויש צוואר בקבוק פה ושם. האם זה אומר שתכננו לא נכון? לא, כי אנחנו לא יודעים, אם מה שמילא את המחשב, אלה דברים שבאמת היו נחוצים ולא ביצעו אותם קודם מחוסר משאבים, אלא פשוט שבגלל שהיו משאבים, השתמשו בהם. אנחנו בהחלט רוצים שאנשים ישתמשו במשאבים ולא יגידו: בזבזתם 2.5 מליון דולר ולציוד זה אין שימוש.

לכן, אני חושב שזאת בעיה מאוד חשובה. חשבנו שאולי נתגבר עליה על ידי כך, שנכניס שימוש בכסף אמיתי. כמובן שהיתה התנגדות ופרופ' כצנלסון הסביר שיש פה גם בעיה מאוד עקרונית של חופש אקדמי ובסופו של דבר ירדנו מהנושא הזה עד כדי כך, שגם מחקנו מספר התקציב את הכסף שהיה מיועד באופן פורמלי לשעות עבודה במחשב. למעשה, נושא הכסף האמיתי נכנס בדלת האחורית, מכיוון שאנחנו כן מחייבים את היחידות בכסף, למשל, בשביל נייר, כמו כן הגענו למצב שאם לא נחייב עבור הוספת דיסקים, אנחנו פשוט נפסיק לעבוד. ואז מי שהיה זקוק לשטח דיסק עצום, נאמר לו שיוסיף כמה אלפי דולר לחודש, אחרת לא יוכל להתקדם.

היום יש בעיה אחרת. אנחנו צריכים להוסיף קוי תקשורת. צריכים להוסיף כניסות למחשב. קיימת אותה בעיה - אין לנו כסף. ואז החלטנו לחייב כל מתחבר חדש בסכום קבוע לחיבור, ופלא, אנשים מוכנים לשלם. יותר מזה, הם אומרים, יש לנו כסף ולמה אתם לא נותנים לנו את האפשרות?

אין כסף אמיתי, אבל יש כסף אמיתי, זאת אומרת, באיזה שהוא מקום אנחנו צריכים מודד אוביקטיבי לצרכים וגם לאופן השימוש. אני יודע שזה קשה, אבל אני חושב שאם לא נעשה זאת, לא נמצא איזו שהיא דרך למדוד באופן אוביקטיבי מה עושים. ואז אני לא חושב שנוכל לתכנן.

באופן כללי לגבי מה שקרה בשנים האחרונות והמגמות לעתיד, אני רואה את התמונה הבאה: **מצד אחד** יהיה ביזור עד כדי שימוש רחב במיקרו מחשבים במקום מסופים, כלומר, המשתמש הבודד ישתמש במיקרו מחשב, כדי שחלק מהעבודה שהוא מבצע, לא יהיה תלוי באף אחד אחר; כאשר יגיע לעבודה יותר כבדה אם כצורך של

נתונים שנאספו במקום אחר, או בגלל שיזדקק לחישובים גומריים ענקיים, הוא יצטרך ללכת למחשב מאוד חזק שיהי אולי באותה אוניברסיטה, מחשב לאומי או אולי במדינה אחרת.

לכן ברור שהנושא של התקשורת הוא מאוד חשוב וברור שאנחנו צריכים לתכנן את שני הקצוות האלה: מצד אחד את העניין של המיקרו מחשבים, מסופים גרפיים, מדפסות כמעט לכל משתמש וכו', כלומר, במידת האפשר לבודד את היחיד מהצורך להתמודד עם כל המערכת, ומצד שני לאפשר לו, אם הוא צריך, למערכת יותר חזקה שהוא בעצמו לא יכול לקבל אותה, רק לשימושו האישי. רואים פה שבכלל התפקידים של מרכזי החישובים משתנים באופן רציני. מרכזי החישובים וועדת המחשב הם הגורם שחייבים לראות את כל התמונה, מהם הצרכים מכל הבחינות ולא רק להיות "מרכזי חישובים" שם שאיננו מתאים כבר היום כי השימוש במחשבים הוא הרבה מעבר לחישובים נומריים.

כשאני מדבר על העבודה שחייבים לעקוב אחרי הפעילות, הכוונה איננה לביקורת, להסתכלות על מה אנשים עושים, אלא בעיקר לייעוץ, הדרכה לשימוש בתכניות יעילות. אני משוכנע שאם רובנו היו משתמשים בשיטות יעילות, היינו מגלים שהיינו יכולים להכפיל בגורם של שניים את היעילות של התוכנות, כי חלק מהתוכנות האלה הן מאוד ישנות והן תוכננו לשפות שאולי היום כבר לא קיימות בעולם. כמו למשל, שמעתי שיש מישהוא שעדיין משתמש בפורטרן 2.

הכוונה היא לא לבוא למשתמשים ולומר: למה אתה משתמש בזה ומבזבז את המשאבים, אלא יותר בצורה של הדרכה, לא להיכנס לתוך הקרביים של התכנית שלו ולבדוק מה הוא עושה, אלא להציג ולהציע דברים חדשים. ופה אני מגיע לנושא של האספקט הבינלאומי.

אני חושב שגם בנושא זה, אנחנו צריכים לא רק לדבר על האפשרויות של התחברות לרשתות או הרחבתן, אלא גם על השימוש שעושים ברשתות אלה. למשל, יש כל מיני תוכנות, או מערכות גדולות שמשתמשים בהם בארצות הברית למשל, כמו המערכת של הרפרנסס במתמטיקה: כל ה- Mathematical Reviews נמצאים בקובץ גדול ואפשר להתמש בו לכל מיני צרכים, לראות איזה מאמרים הופיעו לפני שנתיים או איזה מאמרים הופיעו בנושא מסוים וכו'. אני חושב שדוקומנטציה זו ואחרות מאותו סוג, היינו יכולים לנצל בעזרת הרשתות הבינלאומיות, אבל הדבר צריך להיעשות ביוזמתו של איזה שהוא מרכז, או ועדה לאומית ולא ע"י משתמש בודד.

<u>פרופ' שביב:</u> אני מתנצל שרק הבוקר נודע לי לאיזה רב שיח התנדבתי. שנית, אני פרופסור לפיסיקה בטכניון וכרגע אני עוזר למשנה לנשיא בענייני מחשב ומנהל מרכז המחשבים. לפי כל מה ששמעתי כאן, אני מבין שחיי קצרים והניהול שאני מנהל הוא גרוע.

נשמעו פה הרבה דברים, ורשמתי לעצמי הערות מספר. קודם כל דובר על דבר שנקרא משטרה של תוכנה. כמנהל מרכז מחשבים, אני סבור שאין זה תפקידי ואני מנוע מלגעת או לפשפש בתוך תוכנה של מישהו אחר. כשם שכל פרופסור בטכניון לא יסכים שאני או מישהו אחר יבוא ויסתכל באיזה מידה הוא פתר את המשוואה הדיפרנציאלית הזאת או את הבעיה הפיסיקלית ההיא בצורה אלגנטית ביותר. עקרונית, קבצי המשתמשים הם כמו רשימות וכתבי כל פרופסור או טיוטות למאמרים. כשם שאין לגשת למשרדו של חוקר ולעיין או לבקר את מחקריו (זה יעשה בספרות המקצועית לאחר הפרסום) כך אין לגשת לקבצים, לכן אני מסכים ומקבל מראש שחלק גדול או אפילו מרבית התכנותים של משתמשי המחשב אינם אופטימליים, אבל אינני חושב שזה תפקידנו להכנס ולבדוק את זה אם זה בוצע באופן אופטימלי.

לכן בדרך כלל מנהל מרכז המחשבים מנוע מלהסתכל בקבצי המשתמשים, זהו כלל ברזל לגבי!

ביחס לבקורת על הזמן, בדרך כלל הבקשה לזמני מחשב באה מהדיקאן, ויש להניח שדיקאן של פקולטה או ראש המחלקה יודעים מה נעשה בפנים. אני לא מקבל שאין פיקוח על ניצול קרן השתלמות ע"י החוקר ובאותה מידה אין גם פיקוח על המשכורת שהפרופסור מקבל שהרי המשכורת משמשת להוראה ולמחקר. אפשר להרחיב את היריעה עוד ועוד, ואם לא הסכימו לדוגמאות שאני נותן, אז גם לא מסכימים להחלה של הפיקוח על זמן המחשב המנוצל על ידי החוקר. יש ועדות מתאימות ולא כאן המקום להכנס לכל מערך הפיקוח על המערכת האקדמית, על יכולתו ותרומתו של החוקר לדיסצפלינה המדעית בה הוא חוקר.

עקרונית אינני סבור שפרופסור כלשהו או משתמש כלשהו יכול באקדמיה "להשתולל" הרבה זמן. היו מקרים לא מעטים בטכניון עצמו שצרכן אחד גמר את ההקצבה, והוא נסגר. הגיעה בקשה, והבקשה הגיעה אלי בתוקף תפקידי כעוזר למשנה לנשיא לפיתוח לעניייני מחשב, להגדיל את הזמן. פניתי לדיקאן והדיקאן בירר מה קרה, והתבררה החריגה והסיבה, ונעשה בירור מדוע הדבר הזה נעשה. זה נכון שברמה הראשונית כאשר מחליטים שהפקולטה להנדסת מכונות תקבל איקס דולרים, והפקולטה להנדסה אחרת תקבל מספר אחר של דולרים החלטה היא ברובה הגדול היסטורית על סמך ביקושים שהיו בעבר, אבל קיימת התאמה הדרגתית משתנית עם הזמן לביקושים המשתנים ולהתפתחוית המשתנות.

כאן תרשו לי לעבור למשהו שהעלה פרופסור לויט ממכון ויצמן. אני סבור שדוקא העובדה שאני צרכן פיסיקאי המשתמש במחשב, כלומר, אני צרכן ובאותו זמן מנהל, מקנה לי יתרון לא קטן על מנהלי מרכזי החישוב האחרים. אני חושב יותר כצרכן ופחות כמנהל מרכז מחשבים. ולכן אני מודאג וכואב יותר את בעיות הצרכנים מאשר המנהלים האחרים. לא שאני רוצה להוריד מערך פעולתם של המנהלים האחרים, אלא מתוך הגדרה של צרכן אני יותר מכורן לצרכיהם, דרישותיהם, אופן המחשבה שלהם וכו'.

יש לנו בטכניון ועדת צרכנים. ועדת הצרכנים היא זו שנותנת מנדט, היא זו שמכתיבה למרכז המחשבים לפתור בעיות מסוימות. למשל, התעוררה בעיה ביחוד בזמנים הראשונים, כאשר קצב האינפורמציה, קצב הודעות שהגיעו בביטנט היה עצום, ושטח הדיסקטים לא הספיק כדי לקלוט את כל האינפורמציה ולשמור עליה. נאלצנו להתחיל למחוק אינפורמציה תוך פרק זמן קצר ובלתי נסבל. היתה האפשרות הבאה: או שמרכז המחשבים יתחיל ביוזמתו הוא לפעול ולטפל ולמצוא פתרון לבעיה בצורה זו או אחרת, ולמעשה להפוך את מרכז המחשבים לבית תוכנה, כאשר התכתיבים באים מיוזמת מרכז המחשבים.

הנושא הובא לועדת המחשב, הצרכנים הביעו את דעותיהם, הובע צורך מפורש של הצרכנים בפתרון הבעיה. מרכז המחשבים קבל את המנדט, ביצע את העבודה וחזר לועדת הצרכנים כשהבעיה פתורה.

לחילופין, כאשר מרכז המחשבים מצא שקיימת תוכנה שמשולמת מהכסף המרכזי ואשר יש לה לפי הסטטיסטיקה של מרכז המחשבים, צרכן אחד בכל קמפוס, הנושא הוחזר לועדת הצרכנים, ונשאלת השאלה, האם יש מלבד אותו צרכן בודד עוד אחרים, וכאשר התברר שאין, אותו צרכן התבקש לשלם בעצמו עבור התוכנה. במילים אחרות, כאשר היה צורך מובהק כללי בתמיכת התוכנה, התמיכה נעשתה באופן מרכזי. אותו דבר נכון לגבי תדרוך דיעוע.

להיפך, כאשר היה מקרה מובהק שלא, התוכנה הורדה במקרה הזה.

באשר לחיובים עבור קוי התקשורת, אפשר לתת כסף אמיתי לפקולטות שהן תקנינה את הציוד בעצמן ותחלטנה בעצמן. לצערי, בנושאים האלה, אם לא רואים את כל המערכת, הבזבוז אדיר, ואביא דוגמא מההסטוריה של הטכניון. כאשר פקולטה יכלה לקנות טרמינל, התעוררה השאלה: יש לי סכום כסף, אני יכול לקנות טרמינל "טפש" שעולה 500 דולר או טרמינל "חכם" של י.ב.מ. שעלה אז קצת פחות מ-3,000 דולר. אמר הדיקאן: אני אקנה 6 טרמינלים "טפשים במקום אחד "חכם". הבעיה היא שטרמינל "טפש" צריך בקר של 3705 באותו זמן טרמינל "חכם" העובד סינכרונית צריך בקר 3274.

ההבדל בעלות למרכז המחשבים היא בין 35 דולר לחודש ל-600 דולר לחודש. החלטת הדיקאן היתה על כך גלגול ההוצאה עלי. אבל אני לא יכול להסתכל רק מנקודת מבט של כל הטכניון, אפשר היה באותו הכסף ותוך 6 חודשים לתת שרות הרבה יותר טוב לצרכנים, ובעלות יותר נמוכה. מצב כזה מתרחש כאשר כל מאן דהוא מחליט שהוא לוקח קבלן להניח את קוי התקשורת, הוא קונה את הטרמינל, ואתה תשבור את הראש ותחבר אותו אחר כך איך שצריך.

<u>פרופ' קנת פרייס</u>: כמה מילים לגבי מסגרת הדיון.

שר המדע והתקשורת לפני כמה זמן הקימר ועדה לייעץ בענייני תיקשוב כנושא חשוב. הוקמה תת-ועדה לנושא המוסדות להשכלה גבוהה, וכאן הירם פורום שועדת המשנה הזאת כינסה כדי לשמוע אנשים מהאקדמיה, לגבי נושא התיקשוב.

מה שנרשם כאן הוא פרוטוקול שבסופו של דבר יגיע לאותם משרדי ממשלה, לאותם שרים, ולכן אני סבור שכאן אנחנו מדברים על ביזור ומרכוז, אבל מההיבט של תקשוב. זה לא פורום אשר דן באופן כללי על איך מנהלים את משאבי המחשב באוניברסיטאות. במסגרת של ות"ת, יש ועדה למיחשוב, יש פורום של הנהלת המרכז הבין אוניברסיטאי למיחשוב, ויש פורום של ראשי מנהלי מרכזי מחשבים, ואלה פורומים להחלפת אינפורמציה ולקבלת החלטות, כאשר כולם יונקים את סמכותם מות"ת, ות"ת יונקת את סמכותה מהחוק שבו כתוב, שלועדה לתכנון ולתיקצוב הסמכות הבלעדית להחליט על תכנון ועל תיקצוב באוניברסיטאות. העצמאות הזאת היא חשובה לכל מי שעובד באקדמיה. זה דבר שיכול להיות מכורסם לאט ובלי ששמים לב, לכן חשובה המסגרת של הדיון.

לגבי נושא הדיון, ביזור ומירכוז מבחינת תיקשוב: כפי שנאמר יש מרחבים שונים לחוקרים שונים ולצרכים שונים, כאשר בדרך כלל אדם פותר את הבעיות שלו המיחשוביות בתוך האוניברסיטה שבה הוא עובד, אבל בהחלט יתכן מצב שראוי שינצל משאבים באוניברסיטה אחרת כי חבל לחוקר בודד לקנות מחשב זה או אחר.

לצערי, עד כאן הנסיון שלנו בשיתופי פעולה בניצול של ציוד כבד בין אוניברסיטאות בארץ הוא פחות טוב ממה שהיינו רוצים.

אני מתרשם שלפחות בשלב הנוכחי יותר קל לשתף פעולה עם חוקר בחו"ל בניצול הרשת והטלפון מאשר למצוא שיתוף פעולה דומה בתוך הארץ, וכאן הבעיות הן מרובות מאד. במשך שנים מחפשים פתרונות מכוונים שונים, והעבודה שלא מצאנו את הפתרונות הטובים לא מעידה על זה שלא ניסו כל מיני דברים. זה מעיד על כך, שיש כאן בעיה קשה בהרבה היבטים.

אני סבור שבאותן השקעות שהיו, היתה הצדקה, אבל יחד עם זה המערכת עומדת בבקורת מתמדת, ואנשים שלא מבינים את השקולים האלה, שואלים: למה צריך ציוד כזה יקר, ולא חסרים אנשים אשר ינסו לנצל את הדברים האלה.

בענין הזה של ביזור או מירכוז של אמצעי מיחשוב, נראה לי שאנחנו בשלב של חיפוש הדרך, ויש שתי עמדות קוטביות שאסור להיתפש לאחת מהן. אחת זה לתת אפשרות לביטוי עצמי מכסימלי ואין סופי לכל חוקר וחוקר. מאידך, צריך להיות סדר ארגוני שלא יהיה בזבוז, לכן, ההתלבטות היום של ביזור ומירכוז, ואנחנו מדברים על זה בהקשר לתיקשוב, לי נראה שהיום ההמלצות שלנו לועדה ולמשרד המדע והתקשורת, חייבות להיות, אם לעשות טעות, אז הטעות חייבת לתת יותר אופציות לתקשורת בין המוסדות ורק אחר כך נגיע לשאלה, איפה לצמצם.

יש הרבה תחומי פעילות באוניברסיטאות, למשל במדעי הרוח, שאם אותם חוקרים היו עובדים הרבה יותר עם מסר נתונים ממוחשבים למיניהם, והיו מחליפים הודעות ומאמרים וציורים גרפיים דרך רשת המחשבים, קודם כל בתוך הארץ ואחר כך לחו"ל, אני סבור שנגיע גם לעידן שונה, גם בתחומי פעילות כאלה, כפי שאנחנו מתחילים להגיע בתחומים אחרים.

היום המשימה היא, לתת כמה שיותר אופציות ולתת כמה שיותר תמריצים להביא ציבור נוסף לפעילות המיחשב, ולא רק הציבור שעוסק בהנדסה, מחשבים ומדעים אחרים, וכל זה יתנהל במסגרת האחריות המשפטית של האוניברסיטאות והאחריות החוקית של ות"ת שהיא אחראית מבחינת חוק על תכנון הפעילויות באוניברסיטאות. למשל, אנחנו בהחלט מודעים לכך, שיכול להיות ניצול לרעה של הרשתות, ובמסגרת הועדות של ות"ת שהזכרתי, יש לנו תת ועדה שעוסקת בנושא, ובהחלט יהיו המלצות והנחיות לאוניברסיטאות לגבי איך לפעול כאשר אנחנו בונים את ההמלצות על הנסיון המצטבר של כלל המערכת.

המלצה נוספת שנראה לי שחשוב שתצא מפורום כזה היא לגבי האמצעים שבזק נותן לאוניברסיטאות. אני מדבר על הקווים, כאן מדובר לא רק על רשתות בין אוניברסיטאות אוניברסיטאות הם מוסדות מפוזרים. כל אוניברסיטה קיימת באתרים שונים, וחשוב מאד לקיים את התקשורת בין מרכזי הפעילות של האוניברסיטאות. הדבר הזה מתנהל בקווים של הבזק, והיום יש קשיים גדולים מאד בענין הזה.

לכן יש להמליץ שבזק, תוך ראית החשיבות של תקשוב באוניברסיטאות על חינוך הסטודנטים ועל קידום הרמה המדעית של המדינה שבהחלט היא דבר חשוב, יתן עדיפות והתיחסות מתאימה לענין של תקשורת בין אתרים שונים באוניברסיטאות.

<u>מר דינס</u> : אני מהנדס בינוי ואחזקה של מכון ויצמן. פרופ' פרייס גמר בדיוק בנקודה שאני רציתי להתחיל אותה. אני רוצה להעלות את הנושא של התשתית של המיחשוב בתוך המוסד ומחוצה לו, תכנית האב לתשתית, שמעתם מפרופ' לויט שיש לנו בעיתידות של מחשבים רבים וגם טרמינלים רבים. יש בעיה של תשתית. ניסינו להתלבש על הנושא כדי להשתמש עם התשתית, אבל אנחנו לא מצליחים למצא פתרון באמצעות חב' בזק.

<u>פרופ' אלי שמיר:</u> הדאגה שלסטודנטים יהיו מספיק אמצעים למיחשוב נראית לי מאד חשובה.

לגבי השאלה של חלוקת אמצעים, אני הייתי מדגיש פחות את התחום האקדמי ויותר את התחום המינהלי, פחות את ענין החומרה ויותר את ענין התוכנה. היתה פה כאילו אכסיומה שכאילו כל הפרופסורים הם מנהלים גרועים, אבל מה לגבי המנהלים של המוסדות שלנו? האם הם טובים?

<u>יעקב ברטוב :</u> (אוניברסיטת בן גוריון) צריך לראות באיזה מידה אפשר לעשות ביזור לא רק פנימה, אלא גם החוצה.

כבר היום כל מוסד צריך לבדוק אם פירמידת המיחשוב שלו היא קטומה, מכיוון שאין לו כל אמצעי המיחשוב הקיימים בעולם המתקדם. הפירמידה של כולנו כבר קטומה. באופן ברור הרגשתי כאן תחושה של בטחון שכאשר יהיה מדובר על ביזור החוצה בתוך המוסד, תמיד ימצא הכסף לדבר יותר חזק שממנו נוכל להתחיל את הפירמידה מחדש. אני שואל , אם מישהו בעל מחשבות בנושא הזה.

<u>עמירם יהודאי:</u> אני חושב שהנושא של הביזור הוא תפישה לגמרי שונה של צורת המיחשוב. אם בתפישה הקלסית עומד במרכז מחשב גדול ואנחנו כולנו מחוברים אליו, הרי במחשוב האישי אנחנו עומדים במרכז עם תחנת העבודה שלנו, תהיה אשר תהיה, ומאיתנו יוצאות התחברויות החוצה. אם אנחנו מסתכלים על זה בצורה כזאת, אפשר לפתוח אפשרות של יותר שיתוף למשאבים מרכזיים כאשר הבסיס הוא של ביזור.

בגלל הגידול במגוון של תחומים, לא יתכן שמחשב מרכזי יתאים לכל, ואנחנו צריכים לפצות לזה, שמרכזי החישוב יעזרו לנו בייעוץ והכוונה, אבל היוזמה חייבת לבוא תמיד מהיחידות, והתמיכה בתוכנה או באפליקציה תבוא על ידי קבוצה של אנשים ממקומות שונים שיש להם עניין משותף, ולכן הם מביאים איזה תוכנה משותפת ומחליפים ידע עליה. הידע לא יכול יותר לבוא אך ורק ממקום אחד.

<u>מיכאל לין:</u> אני רוצה להעיר שבכל השימוש של כל המיחשוב, צריכים לראות 4 גורמים משתמשים בעלי אופי שונה. האחד זה מחלקות למדעי המחשב והנדסת מחשבים שבשבילם השימוש הוא מחקר. המחשב זה מעבדת המחקר שלהם. הצד השני זה פיסיקאים או אנשי מערכות מידע ואחרים שהמיחשוב הוא רק כלי העבודה שלהם. הם צריכים את זה, כי אי אפשר לעבוד בלעדי זה.

הגוף השלישי הוא הסטודנטים, שלומדים תכנות, ובעיקר אותם הסטודנטים שאינם סטודנטים למדעי המחשב, אבל רוצים שהמיחשוב יבוא. הגורם הרביעי הוא מנהלת האוניברסיטה שגם היא צרכנית.

אני חושב שבכל הדברים האלה של הניהול צריך להפריד בין אותם החלקים שזה המחקר היחידי שלהם, שצריך ליצור להם את התשתית שהם לא יהיו כפופים לשום רשת שרות. לשם כך צריך ליצור את הכלים במסגרת להוראה, ואת המרכז צריך לעשות כך, שעל הביזור ישלטו על ידי יעוץ מקצועי, על ידי ארגון ההשתלמויות המקצועיות עם מרכז יועצי תוכנה.

<u>מיכה בורנשטיין:</u> אני צרכן. אני מוצא בעבודה שלי שהיום, בעצם, אני לא צריך יותר את ה"מיין פריים" (המחשב המרכזי). אני צריך מחשב גדול שאיתו אני יכול לעשות עבודה, ואם אני לא עושה, כתוצאה מזה מדינת ישראל נכנסת לפיגור. המקצוע שלי בהנדסה אוירונאוטית סובל מזה. זה אמור גם מבחינת מחקר וגם מבחינת הוראה. אנחנו נכנסים לפיגור כתוצאה מזה שהדבר הזה איננו. אני חושב שתוך כמה שנים אני כבר אומר שאני זקוק למיקרו. יש לי היום מיקרו במשרד. הוא לא מספיק גדול לצרכים שלי, אבל הוא כבר לא רחוק מזה, ולפי מה שאני שומע, תוך 5-10 שנים הכל ישתפר. בשביל להגיע למערכת כזאת צריך להשקיע כסף רב בתשתית, לכן צריך קודם כל תשתית. כעת לא צריך להשקיע במיין-ברייגס, פריימס ולכן צריך ללכת על מחשבים או גדולים או קטנים.

אחת השאלות שכדאי להתיחס אליהן זה, האם אנחנו באמת שונים מארצות הברית, האם אנחנו שונים ממקומות שונים, או האם אנחנו יכולים ללמוד מאותם נסיונות שנעשים בעולם לגבי תשתית למיחשוב באוניברסיטה, לגבי קשר בין כל מיני רבדים באוניברסיטה.

ה פ ס ק ה

<u>פרופ' רביב:</u> היו"ר כעת יהיה פרופ' אליהו שמיר. המשתתפים יהיו אהרון בית הלחמי, פרופ' בן בסט, פרופ' אברהם גינצבורג, מר משה אורטס מהתעשיה האוירית, פרופ' צבי פירן מהאוניברסיטה העברית.

<u>פרופ' אליהו שמיר:</u> אחרי הרב-שיח הקודם יש לנו את היתרון הגדול, שראשית כל אנחנו מדברים על העתיד ולא על העבר. אנחנו מדברים על נושא חינוך והשכלה, וכדי להציג את הבעיתיות של הענין כפי שאני רואה אותה, ניסיתי להשתמש באמצעים גרפיים, וציירתי פה שלוש קופסאות שמייצגות את בית הספר, האוניברסיטה, יתר חיי העבודה.

הקליינטים שלנו הם הנער או הילד עם ראש פתוח. כולכם יודעים שיש להם אצבעות מאד גדולות וסקרנות עצומה להשתמש בכל אמצעי המחשוב החדישים, וזאת אולי אחת מהפיכות הגדולות ביותר של החינוך וההשכלה. יש לנו פה את האוניברסיטה שנותנת תארים.

לפחות כפי שנראה לי מנקודת מבטי כיום, פה אין מחסור בכסף, לפחות במה שנוגע לאמצעי מיחשוב.

אנחנו רוצים להתרכז בדיון בשני צירים. הציר האחד הוא ציר של ההשכלה הכללית, והציר השני הוא השכלה מקצועית שוב, התפקיד של האוניברסיטה בחיים המודרניים בלי ספק הולך ומשתנה בצורה מאד מהירה. זה לא מה שהיה בימי הביניים. בודאי לא מה שהיה במאה שעברה גם מבחינת ההיקף וגם מבחינת התפקידים.

השכלה כללית נרכשת מהרגע שאדם נולד, דרך בית הספר, ההורים, וגם מאוניברסיטה, ואות דבר ביחס להשכלה מקצועית, במידה שאפשר להפריד בין שני הדברים האלה, ואתם יודעים כיום שאוניברסיטה נחשבת כמקום שבן-אדם משלים את השכלתו הכללית או מפתח את השכלתו הכללית, בלי מטרות מאד מוגדרות, וגם מקבל השכלה מקצועית לצורך חיי העבודה.

נראה לי שבתחום שבו אנחנו דנים, ואנחנו צריכים לחשוב חמש שנים קדימה, אנחנו צריכים לדון בבעיות האלה כבר עכשיו. הבעיתיות היא הרבה יותר גדולה לדעתי, בנושא הזה של אמצעי מיחשוב וההשכלה בנושא מחשבים מאשר בתחומים האחרים בגלל אותה סיבה - הקצנה לשני הכוונים. זו אולי הקצנה טובה, אבל כפי שזה נראה לי היום, היתרון היחסי שהיה לאוניברסיטאות ועדיין יש להן, בנושאי המדע והידע, דהיינו, ספריות, מעבדות, חומר אפור וציוד, כל הדברים האלה כאשר אנחנו עוברים היום לדבר במחשבים, הולכים ונשחקים.

הילדים תופשים את עניני המיחשוב, גם את השפות החדשות וגם את מערכות ההפעלה הרבה יותר מהר מאשר המבוגרים. מצד שני, במפעלי תעשיה אמצעי עיבוד מידע - מחשבים וכו', מצויים לא פחות מאשר באוניברסיטה וכמובן, זה לטווח הרבה יותר גדול של שנים. כלומר, התפקיד והיתרון שהיה של האוניברסיטאות בהכשרה של מדעי הטבע ומדעי החברה עשוי להשחק בתחום של מדעי המחשב.

מה שאנחנו רוצים להתיחס אליו הוא, איך אנחנו רואים את החלק של המיחשוב והתיקשוב בחינוך הכללי לכל רוחב המקצועות. הכוונה היא בעיקר לדבר על הדברים האלה, ולגבי השכלה כללית - איזה חלק מהידע שהאיש צריך לדעת במחשבים. האם זה יהפך למדע בסיסי, האם יהיו שטחים מסוימים מתוך מדעי המחשב שיהיו מדע בסיסי, שילמדו באוניברסיטה, ובמידת האפשר על ידי אנשים שזה תחום עיסוקם העיקרי וזה תחום המחקר שלהם.

לגבי השכלה כללית של בוגר אוניברסיטה זה כך, ובאופן יותר ספציפי השכלה מקצועית. כאן יש דגש יותר גדול על אותם התלמידים שהכוון שלהם מחשבים, אבל כפי שהניסיון מוכיח, יש מספר מאד גדול של כאלה שגמרו פיסיקה או הנדסת תעשיה וניהול או תחומים אחרים שהולכים לעבוד בסופו של דבר במפעלים בתחומים שהם עתירי מחשבים וידע, בלי שהם למדו מסלול של מדעי המחשב.

אגב, למרות שזה המסלול המבוקש ביותר, מפעלים לא מבקשים אותם. אם מישהו יכול להוכיח שהוא יודע לתכנת מחשבים בצורה טובה, אף אחד לא יגיד לו: תן לי תעודה. אם הוא בסדר, יתנו לא גם את המשכורת של מהנדס בניגוד להרבה מקצועות אחרים.

<u>פרופ' צבי פירן:</u> ההתיחסות הראשונה זה לגבי הנושא של השכלה כללית. אני חושב שזה ברור לפורום הזה, שהשימוש במחשבים בשנות ה-90 יהפוך להיות חלק מכל מקצוע. לפי זה אני חושב שפשוט ישנו הכרח להעביר את השימוש במחשבים לרמה הבסיסית שכל בוגר אוניברסיטה חייב יהיה לדעת ברמה זאת או אחרת, שימוש במחשבים.

מכיוון שתחומי השימוש הם כל כך ענקיים, וכל כך מגוונים ושונים אז אין שום אפשרות לעשות סטנדרטיזציה, אבל האנלוג הראשון שמתבקש זה מין דבר שהיה מקובל ועכשיו הוא קצת פחות, זה הדרישות של שפות זרות שהיו פעם חלק מהמסורת של כל תואר שהיית צריך לקבל. אני חושב שבאנלוגיה לדבר כזה, צריך להכניס וכמה שיותר מהר, מין דרישה מקבילה לשימוש בסיסי, לפחות בצורה זו או אחרת במחשב בכל המגמות. העניין הוא בין השאר נובע מזה, שכמה שאני מבין את האנשים שהם לא במקצוע, חלק גדול הוא בעיה של פחד. לגשת בפעם הראשונה ולהתעסק עם מחשב ולהבין את הלוגיקה של להשתמש בו. אני חושב שמבחינה הזאת אדם שיודע להשתמש בשפת מחשב אחת ועל מחשב אחד, ולא משנה איזה, הקפיצה הבאה לעשות את השפה השניה בזמן הצורך היא הרבה יותר מהירה.

זאת נקודה אחת לגבי השכלה כללית שאני חושב לעשות. הבעיה היא, שחלק גדול מזה צריך אולי לעשות קודם. חלק גדול מזה צריך לעשות לא בשלב של האוניברסיטה ואולי הרבה יותר פשוט ומהיר ונוח שייעשה ברמה של בית ספר תיכון, ועובדה שבכל העולם או לפחות בארצות הברית חלק גדול מהדברים האלה נעשים ברמה של בית ספר תיכון או פחות מזה.

אפילו בשנים אחרונות של בית ספר עממי, והשאלה היא, אם אנחנו לא מתחילים להיות במצב שמאד מאחר מהבחינה הזאת בגלל בעירת של חוסר ציוד, בתי ספר תיכון וכו'.

הנקודה השניה שרציתי להתיחס אליה זה בקשר לנושא של השכלה מקצועית, וכאן אני רוצה להתיחס לנקודה שיותר קרובה אלי. אני רוצה לתאר אספקט שאני לא יודע איזה אחוז מהנוכחים כאן ער אליו, האספקט הוא זה, ששימוש בסקלה גדולה של מחשבים לחישובים שמחליפים שיטות אחרות של מחקר גם בפיסיקה,במדע בכלל וגם בתעשיה, ואתן דוגמא לא מתחום שלי.

המטוס האחרון שיצא מבואינג, כמות הניסיונות ב"וינג טנל" שלו היתה בערך 1 חלקי 20 מהמטוס הקודם. הסיבה זה, שאת כל התכנון הראשוני של המחשב לא נעשה על "וינג טן" סטנדרטי בלי לבנות מודלים, אלא כל התכנון המקורי נעשה על מחשב, וזה הורד לבצוע מעשי בשלב שאף אחד לא האמין שכל כך מאוחר אפשר לעשות את זה. השינויים היו מזעריים.

זאת רק דוגמא של מה שקורה היום בארצות הברית. מצב דומה קורה בבעיות מדעיות. היום כושר המיחשוב של מחשבים ענקיים הוא כל כך גדול, שיש מספר עצום של בעיות שרלוונטיות במדע, ועכשיו אפשר לפתוח אותם, והדבר הזה ילך ויגדל. בפיסיקה מדברים היום על שלושה תחומים פיסיקה: על תחום של פיסיקה נסיונית, תחום של פיסיקה תאורטית ותחום של פיסיקה חישובית. באופן מודגש שמים פה את הדגש על דיסציפלינה נוספת.

אני חושב שאנחנו צריכים להיות ערים להמהפיכה הזאת, ואנחנו צריכים להתכונן ולהכין ציבור של אנשים שיהיה לו את השילוב הזה שמצד אחד, ידע מספיק עמוק בשימוש במחשבים, ובמקביל לזה, יהיה לו גם ידע טכנולוגי במקצוע המתאים. אני חושב שצריך לעשות את זה על ידי פתיחה של שורה של תכניות לימודים מוגדרות של מחשבים ו, או/ו ומחשבים. ולא להסתפק במין קורסי שרות שאדם לומד פיסיקה ומקבל כמה קורסים במחשבים, או להיפך, לא לצפות שאדם שגמר תואר במחשבים יוכל בקלות לעבור ולהשלים את כל הידע הדרוש בתחום הספציפי שהוא עוסק בו בשביל לעשות את החישובים האלה. צריך לפתוח איזה שורה של תחומים בין מקצועיים כאלה ולהכין את כח האדם המתאים, והדבר הזה צריך לבוא בשילוב עם הכנת ציוד מתאים.

כל הדברים האלה הם לא נעשים לא על מיקרו ולא על מיני, וגם לא על אף מפרנס שנמצא היום בארץ. כל הדברים האלה חייבים לבוא על מחשבים מהסוג הגדול ביותר שיש, ואני חושב שאנחנו צריכים למצוא כמה שיותר מוקדם דרך להגיע למחשב כזה, אחד בארץ, או אחד בחו"ל שאנחנו יכולים להתקשר אליו באופן נוח, אחרת אנחנו מאחרים את העגלה. אנחנו כבר נמצאים בפיגור של 4-5 שנים בתחום הזה.

הסיבה שצריך את המחשב הגדול היא, מכיוון שסוג הבעיות הוא כזה, שרק כושר חישוב עצום יכול לאפשר לך לטפל בהם. אם אתה רוצה לדבר בבעיות של הידרודינמיקה שלושה מימדית, אז שום מחשב קטן לא יכול לעשות לך את זה. אתה צריך את הוקטוריזציה ואתה צריך את הגודל העצום בזכרון, ואתה צריך את כל הדברים האלה. אם אתה רוצה לפתור בעיה בפיסיקה.

אנחנו צריכים לדעת לפתור את הבעיות האלה, גם מכיוון שהן בעיות חשובות בחזית המדע, וגם מכיוון שהן בעיות חשובות בחזית התעשיה אם אנחנו לא נחנך את הסטודנטים היום לקבל את החינוך שידעו לפתור את הבעיות האלה, אז לתעשיה שלנו בעוד כמה שנים כשתרצה לעשות את הדברים הדומים, לא יהיו אנשים שיוכלו לעשות את זה.

הסיבה למה לא דברים דדיקייטד, זה מכיוון שמערכת כמו ה-ריי.פרוססור או מערכות קטנות מתוחכמות הן מערכות שאפשר לבנות אותם. הם בדרך כלל מוקדשות לבעיה מסוימת, וזאת טעות להקדיש כוח אדם זמן ומשאבים עצומים כשאתה מנסה להקדיש אותם לבעיה מסוימת. אתה רוצה להגדיל את הבעיה בפקטור של 4, ופתאם אחרי שאתה גומר את המערכה אתה רוצה להגדיל אותה כך, אתה צריך למצוא פרוססורס נוספים, והדברים האלה מסובכים.

לכן אני חושב שאם אתה רוצה לפתח את הדיסציפלינות שאני דברתי עליהן, אתה צריך מערכות גדולות שהן ורסטיליות, מעין פריים גדול שאתה יכול לפתור עליו כל בעיה, ואתה יכול ללמד סטודנטים לפתור בעיה בצורה נומרית על מחשב כזה, ואז לא משנה מה הם פתרו אצלך בתור סטודנט כי אחרי כך הוא עובר לתעשיה או במחקר אחר. הוא יכול להשתמש בזה מבלי שהוא מאומן לעבוד על אי.פי.124 או משהו כזה.

<u>פרופ' אליהו שמיר:</u> אני אשתמש בזכותי כיו"ר לתת עוד הכוונה מסוימת לדיון. המודל או הדגם שאפשר להשוות אותו הוא מתימטיקה. מצד אחד זאת דיסציפלינה עצמאית ומצד שני, היא משרתת את כל המדעים בכלל. כיום בכל זאת יש לאנשים מושג די טוב איזה פרקים במתימטיקה יש ללמד באוניברסיטה, גם לתלמידי פיסיקה, כימיה פיסיקלית, ביולוגיה, מינהל עסקים ואפילו רפואה או כלכלה.

אלה חלקים שהפכו להיות מדע בסיסי. השאלה היא, האם רואים בבירור איזה חלקים של מדעי המחשבים ייהפכו להיות מדע בסיסי. אני יכול גם להזכיר מקצועות ספציפיים, האם מבנה מחשב הוא נושא מספיק סגור כיום שאפשר ללמד אותו כמדע בסיסי משותף לכל התלמידים; אם שפות תכנות, ובאיזה מידה שפות תכנות הופכים להיות חלק מהשכלה מדעי המחשב.
באיזה מידה מבנה נתונים ותורת האלגוריתמים הם מדע בסיסי שצריך להיות נחלת של חלק גדול מתלמידי אוניברסיטאות; מערכות מידע, האם הוא מתקרב להתגבש כמדע בסיסי. אפשר אפילו להרחיק ולומר, אינטליגנציה מלאכותית - האם זה הופך להיות מדע בסיסי.

פרופ' גינזבורג: אני באמת מרגיש קצת לא במקום, כיוון שאני בשנים האחרונות אינני עוסק באופן ישיר בכל הנושאים, אם כי משתדל פה ושם קצת לשמוע מה שנעשה, אבל בודאי לא עוסק, אבל כנראה שאין ברירה וצריך גם זקן אחד בעולם הצעירים, ולכן הביאו אותי הנה.

אני אשתדל להיות קצר ואגיד רק זאת. נקודת המוצא שלי, ויתכן מאד והיא לא נכונה, ואתם בודאי יודעים יותר טוב ממני, שבעוד 5-10 שנים המכשירים יהיו בכל מקום. זה כמעט המצב כבר היום ובעוד 5 שנים יהיו יותר בכל מקום, אבל נקודה שניה היא, שהשימוש בהם יהיה נורא פשוט. כלומר, אני לא מדבר על דברים מיוחדים שאולי אתה דברת עליהם, אבל לרוב האנשים רוב השימושים יהיו ממש אלמנטריים. אני מתכוון מבחינת השימוש, עצם האפשרות להשתמש.

כמעט כמו לנהוג במכונית יהיה השימוש במחשב. יתכן וזו הפלגה, אבל נדמה לי שזה הולך לכוון זה. זה משנה במידה רבה את הגישה ביחס לחינוך. אני אדבר רק על החינוך ולא על התעשיה. לדעתי, נתחיל מבית ספר יסודי או תיכון. בודאי יהיו שם מחשבים, ומה יהיה השימוש שלהם?אני לא חושב שהשימוש שלהם יהיה כדי ללמד משהו במידה מסיבית. כלומר, אני עדיין לא חושב שאנחנו נפתח עד אז לומדה שבמקום ללמד הסטוריה כפי שמלמדים היום, נתחיל ללמד הסטוריה על ידי כך שנשב ליד הטרמינל.

אולי פה ושם מקצועות מסוימים ייעשו כך. בפיסיקה אפשר להביא בקלות כמה דוגמאות, ואולי במתימטיקה וכימיה, אבל לא בכל המקצועות. אבל מה כן? לדעתי, התלמיד יעבוד על המחשב כמו שהיום הוא עובד עם נייר ועפרון. זאת הנקודה המרכזית. המחשב יהיה אצלו כלי לא כדי שהוא יקבל לומדה מוכנה והוא ילמד באמצעות הלומדה הזאת. הוא פשוט ישב ויעבוד עם המחשב. הוא יקבל את השעור שלו ויעשה אותו.

הוא יוכל לעשות בעצמו סימולציות ויוכל לתכנן איזה נסוי עם הדרכה מסוימת. הוא יוכל לבנות בסיס נתונים לא גדול שבאמצעותו יוכל אחר כך לשלוף דברים. כך אני רואה את הדבר הזה בבית הספר, אבל כל זה ייעשה בצורה נורא פשוטה. בשביל זה הוא לא צריך לדעת בדיוק מה יש בתוך המכונה הזאת. אולי בודדים כן, אבל לא כולם. זה השימוש בבית הספר, ולכן אני מאמין שבבית הספר אנחנו חייבים קודם כל, לתת להם את השימוש המכסימלי בכוון זה, ומבחינת מה ללמד בבית הספר, לדעתי, אנחנו צריכים ללמד כמו במתמטיקה הרבה יותר בכוון של אותם היסודות במדעי המחשב אשר יש להם כבר עקרונות, אשר אפשר להביא להם דברים עקרוניים, כלומר, תורת האלגוריתמים או משהו ממבנה נתונים. לא לחשוב שכל תלמיד צריך לדעת איך עובדת מערכת הפעלה או משהו מסוג זה.

יש במדעי המחשב הרבה עקרונות חינוכיים כלליים כמו במתימטיקה. הרי לא כל מה שלומדים במתימטיקה צריכים להשתמש בזה. הוא משתמש בעשירית ממה שלומדים. אבל אנחנו מאמינים שהעקרונות של מתימטיקה, הרעיונות היסודיים הם חשובים לתרבות של כל אחד. אני מאמין שלאט-לאט גם במדעי המחשב מתבלטים יותר ויותר רעיונות מסוג זה, ואותם צריך להחדיר לבית הספר, ואולי פחות תכנות במובן הרגיל של המלה.

מבית הספר אני עובר לאוניברסיטה. לדעתי, גם פה תהיה הקצנה הרבה יותר גדולה מאשר היום. האנשים שלומדים מדעי המחשב הם כאלה וישנם שאר הסטודנטים, וצריך להפריד ביניהם. ברור שלא על כל אחד מדובר. לדעתי, צריך להפריד ביניהם בצורה מאד ברורה וחד משמעית. אלה שלומדים מדעי המחשב צריכים לבנות את המכונות האלה. הם אותם המכונאים שבונים את המכונות, והם צריכים לדעת כל פרט ופרט. לעומת זאת, כל שאר הסטודנטים לא צריכים את כל זה לדעת, אלא אם מתעניינים, אלא כמו שאנחנו מלמדים מתמטיקה, גם פה יש כמה יסודות עקרוניים תאורטיים שצריך להחדיר בהם ולתת אותם. למשל, אלגוריתמים, יסודות תאורטיים של מבנה המחשב וכל אותם הדברים שנבנו כבר והם חלקי מדע ברורים ומוגדרים - חישוביות או אפילו נושאים הקשורים עם מבנה נתונים.

בודאי שצריך לתת את כל זה כמו שהיום אתה מלמד מתמטיקה. אבל פחות בכוון של שימוש ממש. השימוש ממש צריך להיות הדבר היומיומי. כשהוא יבוא למעבדה, הוא יעבוד מיד עם מחשב. הענין הוא, שהוא לא יצטרך לדעת כל כך הרבה כמו אלה שלפני עשר שנים היו צריכים לדעת כדי להוציא משהו מהמחשב הזה. זה היתרון הגדול של השינוי.

את זה צריך לעשות שם. כלומר, להפריד בצורה דרסטיתבין אלה לבין אלה. עוד פעם, קיצוניות לא עוזרת גם פה, אבל בכל זאת הפרדה צריכה להיות ברורה. ואם נעשה זאת כך, נדמה לי שאנחנו נקדם את הנושא בכוון נכון. אנחנו דור המדבר במידה רבה. אנחנו עוברים את כל המהפיכה הזאת, אבל אלה שיבואו בשנות ה-90 ויותר מאוחר, אלה בודאי לא יפחדו מהמחשב. הם כבר יבואו מבית הספר עם מחשב, והם יסתכלו על זה לגמרי אחרת מאשר אנחנו הסתכלנו, ולכן להם צריך לתת הרבה יותר לבטא את עצמם על המחשב. זאת הנקודה המרכזית שאני כל הזמן רוצה להדגיש.

הם צריכים לבטא את עצמם על המחשב. פחות ללמד אותם איך להשתמש עם המכשיר הזה, אבל להראות להם את העקרונות, לתת להם את המפתח ואת ההגה ואז יסעו. אחד נוסע מהר והשני נוסע לאט. כל אחד מבטא את עצמו. לעומת זאת אנשי מדעי המחשב יצטרכו להמשיך ללמוד כמו היום אבל מה זאת אומרת?

גם פה היו לנו דברים. התחלנו את הפקולטה למדעי המחשב ויעקב כצנלסון היה שם, ואני ועוד כמה אנשים, וחשבנו ב-69 מה לעשות ומה ללמד אז קבענו שעם כל הרצון מיד לעבור ומה לעשות, צריך לתת יסודות מדעיים כבדים מאד, ומהרגע הראשון דרשנו שהרבה מאד מתימטיקה, פיסיקה..תהיה, וגם החלק התאורטי. אני חושב שזה נמשך עד היום ואני חושב שאפילו היום הייתי מגביר אותו במידה מסויימת, אם כי יתכן ואנשי התעשיה יגידו בדיוק ההיפך.

<u>פרופ' אליהו שמיר:</u> הגענו לשמוע את אנשי התעשיה בנושא הזה.

<u>מ. אורטס - סמנכ"ל התעשיה האוירית, מנהל חטיבת האלקטרוניקה:</u> *

נקודת המוצא שלי לבעיה, היא בחינת הנושא על רקע של תהליכי המקרו עולמיים, המתרחשים לפנינו.

למעשה, ועדה ממלכתית חייבת לקשור התהליכים במדינת ישראל, עם תהליכים המתרחשים בעולם.
אם לא ננהג כך נמצא את עצמנו מאוד מפגרים ביחס לאחרים.

מדינת ישראל צריכה לראות את עצמה כמובילה בחזית הטכנולגית. וכדי לצקת תכנים אמיתיים, למונח הזה, הרי שהצהרה כזאת מחייבת הרבה מאוד פעילות, ברמות השונות שהוזכרו, החל מביה"ס, דרך התיכון והאוניברסיטה. תפוקת האזרח בישראל, תהיה תוצאה של <u>רמת הידע</u> שלו רמת <u>האינטליגנציה</u> שלו, רמת החשיבה <u>היצירתית</u> שלו, ורמת זיקתו ל"<u>מערכות סינטטיות</u>" - כלומר, למאגרי מידע סינטטים, למאגרי חשיבה סינטטית - כולל מערכות מומחה, ומערכות של בינה מלאכותית.

למעשה, אם נתייחס לשטחי הפעילות העתידיים נמצא שאנו עומדים ערב מהפיכה עצומה, ואת המהפיכה הזאת צריך להבין. היא חלה בנושא חלל, היא חלה בנושאי תיקשוב - כלומר: מחשבים ותקשורת, היא חלה בתחומי האנרגיה בתחומי הביו-טכנולוגיה, בתחומי הרובוטיקה לסוגיה היא חלה בשטח חדש ונרחב של בינה מלאכותית.

למעשה המהפכה איננה נוגעת רק לעובדים הקשורים ישירות בתעשיה הזאת,אלא גם לאותם עובדים שיעסקו במערכות החיים האחרות, כמו: במדעי הרוח, במדעי החברה, החינוך וההוראה- גם את אלה לא ניתן יהיה לנתק מתהליכי המקרו. לכן, נקודת ההסתכלות שלנו חייבת להתפרס כל תהליכים אלה.

בכל מקצועות ההנדסה - אם זה מכונות, ואם זה הנדסה אזרחית, בנין, מים, בכל השטחים האלה, אם נרצה להיות בחזית המובילה - אז נצטרך לשלב במערכות אלו מודלים של חישוב, מודלים של "חשיבה סנטטית", אלמנטים של זכרון, ונצטרך להיות קשורים עם מסדי נתונים, המאפיינים מערכות הנדסיות מגוונות על מנת שנוכל לעשות את העבודה בצורה אופטימאלית.

מהנדסי המכונות, יתרכזו יותר ויותר במערכות חישוב "תרמכות תיכנון" (CAD) ו"תומכות ייצור" (CAM), ויפתחו תהליכי ייצור משולבי בינה מלאכותית, עם רובוטים "משכילים". כלומר תלותם במדעי המחשב תלך ותגבר. אנשים עובדים בהנדסה אזרחית, יצטרכו להשתמש במודלים שונים, ובסימולציות של בעיות, שונות, על מנת למצוא פתרון לבעיות האלה. ואלה שלא יהיו מסוגלים לעשות, פשוט מוטב להם לא להתעסק בשטח. כי המקבילים שלהם בראה"ב ובאירופה - יפעלו בגישות מתוחכמות ויעילות.

גם נושא הרפואה, ונושא הביוטכנולוגיה יהיו קשורים עם מסדי נתונים. ואלה שיעבדו בתחומים אלה בגישה מתוחכמת ידעו כיצד אפשר למשל לחלוץ מתוך מרחב עצום של נתונים, את אותם הנתונים הרלוונטים הנדרשים לפתרון הבעיה שבה הם יעסקו. והאיש העוסק בכך יצטרך להבין את התהליכים האלה.

לא רק לדעת כיצד להפעיל את המחשב אלא הרבה מעבר לכך.
אז כאם, אני חולק אולי, על מורי מר גינזבורג. אי אפשר להסתפק בידיעת תורת ההפעלה אלא בהבנת התהליכים הקשורים לבעיה. כלומר: איך התהליכים האלה מתרחשים, את משמעותם וכיצד לבנות בצורה כזאת שאתה יכול לחלץ מידע רלוונטי מתוך אוסף רב של אפשרויות.
הייתי מסכם ואומר שנושאים כמו: מודלים , סימולציות, אלגוריתמים, תוכנה בזמן אמיתי, מבנה המחשב, קבצי נתונים, שיטות תכנות עדכניות.- יהיו בבחינת תחומי "אלף-בית" שנדרש ללמוד אותם עד ההגעה לאוניברסיטה. וזאת תוך כדי העמקה של מקצועות המתמטיקה והפיסיקה. יתר על כן תידרש הרחבה והעמקה של מקצועות המתמטיקה בתחומים נבחרים בשלב הלימודי באוניברסיטה והדבר יחייב את כולם.
מה שקשור ללימודי המחשב ברמה אוניברסיטאית הייתי מסכם כך:
הסטודנטים במדעי הרוח והחברה צריכים ללמוד: פרקים נבחרים בתורת האינפורמציה, פרקים נבחרים במדעי המחשב, פתוח מודלים וסימולציות של בעיות מופשטות, תקשורת נתונים, העברת נתונים, פרוטוקולים, מבנה רשתות, אופטימיזציה מערכתית. לסטודנטים במדעים מדויקים ורפואה .

הייתי מעמיק בנושאים הקודמים ומוסיף: פרקים נבחרים במתמטיקה הנוגעים במיוחד לפיתוח אלגוריתמים מורכבים לפתרון בעיות. וכן את נושא "מערכות מומחה" ו"בינה מלאכותית".

לסכום:

למודי המחשב בהיבט התפעולי המבני והמערכתי חייבים להוות חלק חשוב בתכנית הלימודים של בתי הספר העממיים התיכוניים והאוניברסטאות. תידרש העמקה והרחבה של לימודי המתמטיקה במיוחד במקצועות נבחרים על מנת להתמודד עם הבעיות השונות באמצעות המחשב.

*הדובר מבקש להדגיש שדבריו נאמרו על דעת עצמו ואינם מייצגים שום גוף.

אהרן בית-הלחמי (מנכ"ל תה"ל):

דברי מתבססים על הכרות עם מערכות מחשבים בצה"ל ובמשרד-הבטחון.
לא אחזור על דברים שאמר משה ארנס, שאני מזדהה איתו, ואוסיף מספר דגשים. אני יוצא מהנחה שהתלמידים המגיעים היום לאוניברסיטה מגיעים עם תודעה ונסיון של שימוש במחשבים, עבודה עם טרמינלים, לוחות מקשים ומסכים גרפיים וללא חשש שהיה פעם קיים מול המכונות האלה, נסיון זה אף ילך ויגבר.

הנקודה שברצוני להדגיש, אשר לא היתה במצע של יום העיון היא: "הוראה באוניברסיטה בעזרת מחשבים".

נאמר כאן היום שנושא הלומדה איננו מצליח לחדור ואני חושב שחשוב מאד שהוא יחדור. מדוע? - כי לצערנו הרבה מאד אנשי סגל באוניברסיטאות הם מורים גרועים, אפילו אם הם בעלי-מקצוע טובים, כתוצאה מכך נפגמת מאד רמת הלימודים. היינו יכולים להכשיר יותר טוב את התלמידים אילו הפעלנו מערכת לימוד עם מחשבים ולומדה.

ראיתי דוגמאות בצבא, בבסיסי הדרכה, שם בחרו את המדריכים הטובים וביססו על שיטותיהם מערכות הדרכה בעזרת וידאו ומחשבים. בתשובה להערה שנשמעה כאן אני מציע שתבדקו ותמצאו שאחוז המורים הגרועים גבוה מאד ומחייב טיפול.

באשר לשאלה אם מדעי-המחשב זה מקצוע בסיסי כמו מתמטיקה ושונה למשל מאווירונאוטיקה אני חושב שכן.

סטודנט יכול לסיים את האוניברסיטה בלי שיהיה לו מושג מאווירונאוטיקה. אך כל סטודנט חייב ללמוד להכיר ולהשתמש במידה מסויימת במדעי-המחשב.

כמובן שלכל מקצוע אוניברסיטאי תידרש מידה שונה של הכרות עם המרכיבים השונים של מדעי-המחשב: מבנה, שפות, מסדי נתונים.

הצורך בהכשרה זו נראה לי חיוני כי אני מתרשם מהקשיים שיש למהנדסים אזרחיים ומהנדסי מים ותיקים בתה"ל לתכנון מערכות אספקת מים גדולות לארצות, או לאיזורים גדולים, מערכות משובצות במחשבים.

בהזדמנות זאת כדאי להזכיר שלא רק הכשרה בתחום המחשבים חסרה, אלא גם הכשרה בסיסית בתחום התקשורת, או יחד: תקשוב. מהנדסים צעירים מגיעים היום מהטכניון עם מושג לא-רע במחשבים אך לא בתקשורת ולא במסדי נתונים.

חיוני לכן ללמד באוניברסיטה תכנון-מערכות, תוך הדגמת השילוב של מחשבים ותקשורת במערכת.

לגבי המקצוע עצמו, אני תומך בדבריו של פרופ' גינזבורג על ההכשרה הבסיסית, דברים שהצגתי גם בוועדה המייעצת של הטכניון לתכניות לימודים. צריך להקנות לתלמידים את הכלים הבסיסיים וללמד בעיקר ולעומק מתמטיקה ופיסיקה כדי שהתלמידים יוכלו ללמוד הרבה בעצמם ובעיקר, בהמשך הקריירה שלהם כאשר טכנולוגיות חדשות נכנסות ומחליפות את אלה שלמדו להכיר בטכניון או באוניברסיטה.

הזכירו כאן את נושא האינטליגנציה-המלאכותית וברצוני לומר משהו בעניין זה.
אני מאמין שבמדינת ישראל יש צורך להעדיף בהענקת משאבים לאומיים את אותם השטחים שבהם יש לנו סיכויי-הצטיינות והתחרות בעולם.

לדעתי, האינטליגנציה-המלאכותית מהווה תחום כזה שמצד אחד דורש כשרונות שיש לנו ומצד שני איננו תובע השקעות עצומות שאין לנו. נושא זה יקדם בארץ את מדעי-המחשב בכלל וגם את המקצועות האחרים ומומלץ להשקיע בו.

מ נ ח ה: לפני שאני נותן את רשות הדיבור לפרופ' בן-בסט, אני רוצה רק, בגלל הויכוח שהתעורר בין יעקב, בעניין - להפתעתי, במידה מסויימת, שני אנשים בולטים מהתעשיה דיברו - אותו ציר הויכוח מתעורר לעיתים , כל כך קרובות - הטענה העיקרית של אנשי תעשיה שבאים לפורום אקדמאי ואומרים "אנחנו מקבלים אנשים שאין להם נסיון, לא יודעים לעבוד, לומדים רק תיאוריה" - זה הרבה מאוד. שמעתי את זה בהרבה הזדמנויות. הדבר הזה לא התעורר, לכן אני לא רוצה לעורר אותו.

לעומת זאת, הרושם שלי הוא, שבדיון הזה פה, וגם בצורה שבה-אולי במידה מסויימת בדברים שאני אמרתי-אנחנו חושבים על מה ללמד, אולי איך לתכנן את הלימוד, באוניברסיטאות, חוגים - אנחנו שומעים - יצטרכו לוותר על חלק מהדברים, לקחת יותר ממחשבים, למעשה אני חושב שהדבר הבולט ביותר באוניברסיטה, זה איך ללמד. וכאן, אולי שכחתי להוסיף את הדבר החשוב ביותר: החופש האקדמי. זה דוקא אותם המורים הגרועים - אחרי שאנחנו יודעים שהפרופ' הם מנהלים גרועים, וגם מורים גרועים - אולי חוקרים טובים. אם היית מתכנן, אפילו כשאתה יודע היום - ואפילו נניח שאתה לא טעית-מה צריך מהנדס, או עובד השירותים,

ללמוד - ולתכנן טוב את הקורסים שלו, ואולי אפילו באמצעות לומדה, או באמצעות מערכת - האם באמת היית מקבל את אותו תוצר שאתה רוצה לקבל, או שאתה צריך לתת לו גם את האפשרות לחירות, תקופה מסויימת של חירו, שלוש-ארבע שנים, בלי תוכניות של משרד החינוך והתרבות, ובלי "דד ליין" של מפעלים, שצריכים רק לעשות דברים מסויימים - אלא לשבת באוירה של מחקר, שזה צירוף מקובל היום, של אוניברסיטאות, שבהם המורים-החוקרים, שלפעמים הם מורים גרועים, לפי מה שהם מוצאים, ולפי מה שהם יודעים מכוונים את המחקר- הם מלמדים את התלמידים שלהם את הדברים, גם איך לחשוב וגם איך לחקור.

איזה חשיבות יש לדבר הזה? אולי זה עשוי לעורר ויכוח, ופה אני מעביר את רשות הדיבור לפרופ' בן-בסט, מאוניברסיטת ת"א.

<u>פרופ' בן-בסט</u>: אני מבקש להתייחס, תחילה, לשתי נקודות בנושאים שעלו פה. הנושא הראשון קשור באינטליגנציה המלאכותית. מנסיוני עולה שכאשר נושא זה עולה לדיון, תמיד יהיו אנשים שיאמרו: "עזוב", זה "סיינס פיקשין", "זה עוד לא מוכן", "זה עוד 20 שנה יתחיל להיות", וכן הלאה. הצורה שאני הייתי מציע לענות לטענה שכזו, מתבססת על העקרון שאינטליגנציה מלאכותית, ניתן למדוד ברמות שונות. אפשר למדוד אותה ברמה 100, ז.א. מחשב שמחליף בדיוק את האדם, ואינך יכול אפילו להבחין אם מחשב או בן-אדם הוא המדבר אליך. ואולם ניתן לדבר גם על בינה מלאכותית ברמה 2, ברמה 5, ברמה 20, ברמה 30, וכן הלאה.

כיום, מבחינת עיבוד נתונים קונבנציונאלי, אנו ברמה 0. אלה שעוסקים באינטליגנציה מלאכותית, כבר בהרבה מאוד מקרים, הצליחו להגיע לרמה 5, 20, 40 ולפעמים גם 70. תשובתי אם כן לטענת ה"סיינס פיקשין" ושהעולם לא מוכן, היא: "זה כבר היסטוריה, העולם כבר מזמן מוכן, וכבר יש הצלחות בשטח נכון שברוב המקרים לא הגענו ל-100%. ואולם, אם נחכה ל-100%, אז אף פעם לא נתחיל".

עוד הערה לגבי החינוך, ואני רוצה לספר בו קצת מנסיון אישי. חונכתי כמתמטיקאי. בארה"ב, אני בדרך כלל קשור במחלקות למדעי המחשב. בארץ אני נמצא בפקולטה לניהול. שמחתי לשמוע מפרופ' גינזבורג, כאשר התחילו בארץ את התוכניות למדעי המחשב, הושם דגש רב על מתמטיקה ופיסיקה, תורות שגם מסיעות לחינוך לחשיבה שיטתית. בארה"ב, לצערי המגמה הזאת נשחקה חזק. באוניברסיטאות שאנשי מדעי המחשב שם הם מחלקה לגמרי נפרדת, מנותקת מהעולם ההנדסה ומעולם המתמטיקה, אתה הרבה פעמים מקבל אנשים שלא יודעים לחשוב. הסיבה היא פשוטה: כל שני וחמישי מקבלים מערכת הפעלה חדשה, שפה חדשה, ארכיטקטורה חדשה, וצריך לתת קורסים ללמד את אלה כדי לספק את צורכי התעשיה. ועל חשבון מה זה יבוא? אני מכיר אוניברסיטה אחת, שזה בא על חשבון מבוא לתורת ההסתברות. זאת אומרת, עשוי להיווצר מצב, שאדם בוגר מדעי המחשב, לא לקח קורס בתורת ההסתברות, וזה חמור מאוד.

הייתי רוצה להציע, - שבארץ נשמור על המגמה שאתם התחלתם איתה. כי לדעתי, הרבה יותר חשוב ללמד את התלמיד איך לחשוב, **ואת** זה מקבלים רק בהכשרה מתמטיקת-פיזיקאלית-הנדסית, ז.א., קורסים כמו לוגיקה - יש להם מקום גם אם הם לא מובילים דוקא לאיזושהי שפת תכנות.

טענה זו מתבססת גם על נסיוני, בפקולטה לניהול, באוניברסיטת ת"א, שם יש לי סטודנטים גם ממדעי המחשב, גם מהנדסה, גם ממתמטיקה, וגם מתחומים אחרים. בלדעת איך לחשוב - לא איך לתכנת - המהנדסים והמתמטיקאים תמיד טובים יותר.

לגבי הכשרה כללית בנושאי מחשב דעות החברים כאן כיסו את שהיה לי לומר. אני תימצתתי זאת בצורה גרפית (מצייר). יש לנו ציר שלו אקרא "דרגת הצורך בשימוש במחשב", וציר שני "רמת הידע בנושאי מחשב", יש רמה מסויימת שכל אחד צריך לבוא איתה. והיא כוללת ידע בסיסי על שימוש במחשב, מיקרו מחשב, שפת תכנות בסיסית כמו "בייסיק". כל זמן שלא באים מבית ספר תיכון מוכנים עם ידע שכזה - צריך להציע בכל האוניברסיטאות קורס שאקרא לו טכנולוגיה א,. אני לא הייתי מציע לקרוא לו "מחשב", כי לדעתי זה טכנולוגיה, וזה כולל הכל, זה חמרה תכנה וגם תכנון. מפה והלאה - קורס טכנולוגיה "ב", שהייתי מציע גם אותו חובה - קורס זה צריך להיבנות לפי אופיה הספציפי של המחלקה. אם נניח מדובר על מדעי החברה, אז אני בקטע הזה (מראה) אלמד, בנית מסדי נתונים, שימוש במחוללי רישומים, שימוש ב"ר.בי.אמ. אס." וכך הלאה. אם מדובר במהנדסים, אני אלמד יותר תקשורת, ויותר - אפילו מה זה "מיקרו פרוססור", ואם מדובר בפיזיקאים, אלמד אנאלידזות... ואם מדובר בקורסים של ארכיטקטורה - אלמד גרפיקה. ואם מדובר ברפואה, אני אלמד שימוש בחבילות תוכנה סטטיסטיות. אני מציע קורס טכנולוגיה א', כמין קורס גדול, אולי אפילו בלימוד עצמי. אני חושב שתלוי במחשבים שיהיו לנו אז, משום שאחרת אנחנו נשחוק את המורים של מדעי המחשב, כי בסה"כ אם תפצל את זה לקורסים קטנים, לא נגיע רחוק. ואח"כ כל מחלקה תקבע לה את הדברים, שעליהם תשים את הדגש לסוף.

אם הייתי, מתבקש להכין סילבוס על רק אחת לקורס טכנולוגיה א' - הייתי אומר: קודם כל סיווג מחשבים, מיני-מקרו-מיינפרנס, ציוד פריפראלי בסיסי, תקשורת. זה בתחום החמרה. בתחום התכנה הייתי אומר: תכנות מעל בייסיק, (ז.א זה כבר תלוי מה זה צריך להיות, אבל אני אגיד "מעל בייסיק" ואסגור את הויכוח), שימוש בתוכניות מוכנות, מחוללי

וישומים, "ג'י. פי. אס. אס.", והדבר האחרון שלדעתי, אולי הוא הכי חשוב, לכל הנושא של ה"סופט וואר", ומה שהייתי קורא "פרק בסיסי בהנדסת תוכנה". כי בסיכומו של דבר, גם כשנבוא לדבר על מערכות משובצות מחשב, אין צורך שהמהנדס ידע לעשות ממש את השיבוץ. אבל מספיק שידע להגיד ולהגדיר את הדרישות באופן שאיש המחשב מסוגל לעשות את זאת.

מפה, אני שם קו מקווקו, שהייתי קורא לו "השתלמות עצמית", יש גבול למה שאוניברסיטה יכולה לתת. מכאן והלאה זה לא אוניברסיטה. מכן והלאה זה תפקיד, איך שהוא יעבוד, ומה שהוא יעשה בחיים - וזה כבר יצטרך להיות לשיקול דעתו של כל אדם, ושל כל מפעל.

<u>עמירם יהודאי:</u> אני רוצה לחדד כמה דברים שלא נאמרו, ואולי יגשרו על כמה מחילוקי הדיעות.

אני חושב שהנקודה החשובה מאוד היא, שחלק מלימודי המחשב, או אפילו כולם - כמעט - במחלקות שאינן מחלקת מדעי מחשב - צריכים לבוא מהמחלקה. כלומר, חשוב מאוד שתהיה אינטגרציה, של הנושא של המחשב - עם הדיסציפלניה שאותה לומדים. אני לא אומר את זה רק משום שאני איש מדעי-המחשב, ואני לא רוצה שיטילו עלי את ההוראה - אני באמת חושב שזהו האתגר. אנחנו לא נגיד למהנדסי המכונות, או לכלכלנים, או לאנשי הפסיכולוגיה מהם הצרכים שלהם. הם צריכים - אני חושב שזה יהיה המצב האידאלי של האוניברסיטה-בעידן האינפורמציה-זה לדעת איך להשתמש בכלים האלה, למצוא את הדרכים שאנחנו היום, אולי לא יודעים עליהם, שכ"א ילמד את זה מנקודת הראות שלו. מעבר, כמובן, להשכלה הבסיסית, של מחשוב, שכ"א יזדקק לה.

אני חושב שהשפעה של המחשוב, תהיה גם על איזה חינוך מתמטי ינתן לתלמידים. אותו חינוך מתמטי שהיום אנחנו נותנים - אנחנו צריכים לשנות אותו קצת. יותר מתמטיקה דיסקרטית, ותורת האוטומטים, ואולי צריך חשבון של האנאליזה, באיזושהי קומבינציה אחרת. דבר נוסף, אני חושב שאם אנחנו רוצים, באמת, שתבוא יוזמה מהמחלקות השונות - כולל מדעי הרוח - אז הדרך היחידה היא, היום, לתת להם ציוד. היום לזרוק עליהם את הציוד החדשני, על אנשי הסגל האלה, וכמו שפרופ' פז אמר קודם: את השימוש נותנים רק אחרי שהטכנולוגיה קיימת. על כן, לתת האנשים, שאנחנו מקווים שהם טובים, ציוד והם ימצאו את הדרכים להשתמש בו, לצרכים שלהם. אף אחד אחר לא ימצא את זה בשבילם.

נקודה אחרונה: לקראת השינוי הטכנולוגי המהיר, בגלל שהוא גורם לבעיות גדולות בתכנון אני חושב שהמקום של האוניברסיטה בחברה, חייב יהיה להשתנות. צריך להיות אוניברסיטה בתשלומים. אנחנו נצטרך להיערך למצב שבו בשנות ה-90 או בשנות ה-2000, אנשי מקצוע - אחרי שהם גומרים את הלימודים שלהם, שהם יצאו מהאוניברסיטה, הם יקבלו מן כרטיס מינוי כזה, לבוא ובמשך ה-10-20 שנים הבאות, כל מספר שנים לבוא למספר חודשים להמשיך את הלימודים, מעבר להשתלמויות שהם עושים בתעשיה. מכיוון שהם יהיו חייבים להתעדכן. הזמן, התחלופה של האינפורמציה, הוא כל כך רב, שגם מה שאנחנו עושים היום - הוראת עקרונות, כבר לא יספיק להם.

יעקב שרויקה: אני רוצה להעיר, שלוש הערות על דבריו של המרצה הראשון, ואח"כ הערה לדבריו של בית-הלחמי.

בין יתר הדברים שאמר... הוא הצביע על הכורח להכנס ללמודי המחשב, הוא אמר שאנחנו מפגרים אולי, בנושא הזה לעומת ארה"ב, בחמש שנים. לדעתי זה לא נכון, אני רוצה להרגיע אתכם, אני נמצא בנושא הזה הרבה מאוד זמן, ואני רואה אותו בהרבה מאוד אספקטים - אנחנו אולי מפגרים מאוד ב"ליפ סרוויס" דב"אריזות המוצר," מה שנקרא. אבל בכלל לא מפגרים ב"סופט וואר".

אני יכול להצביע על שלוש נקודות שיכולות להדגים את הדבר הזה. היום, עוד לפני שמשרד החינוך בכלל ימצא משאבים, כרבע מכלל בתי הספר בארץ, יש בהם מעבדות רציניות במיקרו-מחשבים.

ב. שרויקה ממשיך נקודה שניה, לפני כשלוש שנים נתקבלה החלטה רשמית, של משרד החינוך, להתחיל קורס חדש, חובה, בכל בתי הספר בארץ, מכיתה ז', על הכרת המחשב, קורס של 60 שעות. 3 שנים עובדים באופן רציני להכין את הקורס הזה, זה לוקח זמן רב להכין קורס, עם תרגילים חוברות וכך הלאה. אבל הדבר הזה כבר תקף במספר בתי ספר, ותוך שנה-שנתיים זה יהיה בכל בתי-הספר בארץ.

שוב, אינני יודע אם מדינות רבות היה להן האומץ-להכריח על קורס חובה בכל בתי-הספר, לכל הרמות של בתי-הספר, קורס של 60 שעות, במחשבים.

נקודה שלישית, כבר לפני שנתיים הוכנס קורס למחשבים, 60 שעות, שוב חובה, לכל המורים שעובדים בכל סמינר שהוא, לכל לימוד של כל כיתה,או כל מקצוע שהוא. מדובר פה, ב-60 אלף מורים.

שוב, דבר שאני לא יודע אם הרבה ארצות עשו.
זאת אומרת, אנחנו בארץ בהחלט לא מפגרים בענין הזה. אבל קיימת פעילות יסודית, מאוד אינטנסיבית. וצריך פה לראות לא רק את המפעלים הנסיונים, שנעשים בארה"ב - יש הרבה כאלה, אבל מפעל מקיף, ויסודי - בכל הרמות.

נקודה שניה שהעלה - זה הצורך באוניברסיטאות, לדבר על מחשבים ו-, ולא רק אצל... זאת נקודה נכונה, אבל במגבלות מסויימות. ומתוך שאני עובד באוניברסיטאות - יש לנו למשל ארבעה חוגים למחשבים ומתמטיקה, מחשבים וכלכלה, מחשבים וכימיה, ומחשבים ופיסיקה. בנוסף לתואר ראשון למחשבים, כשהוא לעצמו. אינני יודע אם יש טעם להמשיך ולעשות: מחשבים ופילוסופיה, מחשבים ותלמוד, מחשבים ואנטרופולוגיה וכך הלאה, כי בשאר המקצועות אני חושב בפירוש שקורסים כלליים, מהסוג שבן-בסט דיבר עליהם - בצורה זו או אחרת, יספקו את הענין. ז.א. במידת הצורך זה קיים, מה שלא קיים - אינני בטוח אם באמת זקוקים לו...

י. שורייקה ממשיך: הנקודה השלישית, הצורך במחשב גדול "סופר מחשב", לצרכי המחקר בארץ. הנושא הזה, נדון בהרחבה במסגרת מחב"א כי למעשה אחת המטרות הראשונות של מחב"א היתה באמת לבדוק אם יש או אין צורך להכניס מחשב בארץ... ונעשה סקר בנושא הזה. אני לא זוכר בדיוק את תוצאותיו המספריות, התברר שמספר אנשים שמעונין בנושא הזה בכלל בארץ - הוא קטן.

הערת ביניים: העובדות של הסקר, אינן נכונות. עובדה שאנשים אינם מכינים תוכניות מחקר, שהם לא מסוגלים לבצע אותם. כשאין מחשב רלוונטי, אף אחד לא יבנה תוכנית שרלוונטית לגבי מחשב שלא קיים.

י. שורייקה: אני לא הכחשתי את העובדה שיש אנשים שעוסקים בזה. אני רק אמרתי, אין הצדקה להשקיע, בשלב זה כנראה למעלה מעשרה מיליון דולאר, כדי לרכוש מחשב כזה. אני רק טוען שכדאי שיעדכנו אותנו, בנושא הזה.

עכשיו הערה אחרונה לדבריו של בית הלחמי לגבי לומדההלומדה והצורך - בהכנסתה בצורה מהירה, אפילו באוניברסיטה אני חושב, שצריכים קצת להסתייג מהענין, אתה בעצמך הזכרת ששיעור אחד של לומדה, שעה אחת של לומדה, לוקח להכין בין 100 ל-400 שעות, כ"א .

הערת ביניים: זה גם היסטוריה, משום שיש היום כלים שנקראים "מחוללי לומדה", והסטטיסטיקות מדברות על 30-40. הפדגוגיה, צריך להכין אותה באופן בלתי תלוי, אם תעשה את זה עם מחשב או בלי מחשב.

מ נ ח ה : הנושא של לומדה, הוא כל כך קשה, אפילו בבי"ס, אנחנו תמיד מקדים שאוניברסיטה לפי הגדרה - תהיה אותו מקום, שבו לומדה לא תפתור את הבעיות. כמעט לפי ההגדרה.

גיורא שביב: מאחר והנושא של ה"הסופר מחשב" היה הנושא האחרון, אז קודם כל אני רוצה לומר שבהרבה מקרים, אנשי מדע לא מתחילים בארץ בחשיבה בכיוון, למשל, של "סופר מחשב", בגלל הבעיות החשובות עם כל המינהל הקשה,בהשגת זמן על "סופר מחשב". אני משוכנע שאם היה סופר מחשב בארץ היה בהרבה מעל לתחזיות הראיה: ברגע שמגיע "מיין פריים" לאוני' הוא יכול לספק40% לפי התכנון של הביקוש הרגעי. הביקוש הולך וגדל כמו שפרופ' כצנלסון ציין אותו דבר קיים לגבי הסופר-מחשב. השאלה היא (א) מה יהיה שעור ניצול המחשב ברגע שיותקן ו-(ב) כמה מהר יגדל הביקוש.

ביחס לפתרון טכני - הבעיה באיזה מידה אתה פותר את הבעיה ע"י מחשב אלקטרוני, או בדרך אחרת - אני לא חושב שכאן המקום לדון בנושא זה. זו בעיה שלא קשורה לענין.

אני רוצה, אבל, להעיר לדבריו של סמנכ"ל התעשיה האווירית.
נהניתי מאוד לשמוע, את דעתו של סמנכ"ל התעשיה האווירית אני חושב, אישית, שאין כמו מחשב, לייצר מקסימום שטויות. במינימום זמן, במקסימום הוצאות, כי מה שקורה לנו עכשיו הוא, שאנחנו נתקלים בבעיות של חבילות תוכנה ענקיות המסוגלות לייצר כל מיני דברים, כמו למשל תוכנה גראפית מסודימת, ענקית, בעלות עצומה. אתה מלמד את הסטודנטים להשתמש בה, אבל אתה לא מכין את הסטודנטים לחשוב בצורה המתאימה. ואז בא סטודנט בפאקולטה x, ומביא לך שרטוט של רתך של מישור ומעגל - וייצר מרבע. ואתה אומר לו "רגע אחד, זה בסדר?" אז הוא עונה שזה מהמחשב, זה חייב להיות נכון.

במילים אחרות, העובדה שאנחנו עומדים להשתמש בהנדסה, ובכל מקצועות אחרים, בחבילות - תוכנה ענקיות, בעלות פוטנציאל עצום, כמו למשל בנית מרובע - מחייבת הכנה חינוכית מתאימה, לניצול פוטנציאל מהסוג הזה, וחשיבה מתאימה. ולכן הבעיה, לדעתי, היא לא רק "קחו זה, קחו זה". אלא חינוך במתכונת חדשה, כדי שתוכל להתאים את עצמך. ושהסטודנט ירכוש מה שאנחנו קוראים בפיסיקה "אינטליגציה" או תחושה, באיזה מידה מה שאתה מקבל מהמחשב זה שטויות, או זה דבר נכון.

פרופ' מיכאל לין: אני חושב שאם כי שוריקה דיבר על התוכניות של משרד החינוך, שאני מעורב, גם, אצלנו במסגרת המחלקה קצת בנושא של ההסבות שמשרד החינוך מנסה לעשות למורים תיכוניים- במדעי המחשב, אני רואה גם במחלקה, את הנושא בכלל, של הכשרת מורים. ואני חושב שהאמת היא כמובן באמצע, בין מה שאמר שוריקה, ומה שאמר צבי - משרד החינוך עושה תכניות, וזה כנראה מפאת חוסר כוח האדם, כיום התוכניות-שמשרד החינוך עושה, הוא מכיר שבוגרי מדעי המחשב לא ילכו להוראה, אז התוצאה שמגיסים לגייס מורים. אם המורים רוצים את הידע במתמט', מבקשים את המורים הבודדים - קוראים למורה לפיסיקה, ועשו אותו מורה למדעי המחשב, או בכימיה. זאת אומרת, כאן - בריאלית - תכנון לימוד תוכניות, חלק ממערך ההוראה - תעודת בגרות, לפחות במתימטיקה בארבע יחידות, לא כנושא נפרד. כחלק משולב במערכת מתימטיקה. לומדים חשבון דיפרציאלי ואינטגראלי, במתמטיקה בתיכון. ילמדו עם פתרון מעשי של חלק מהבעיות בתכנות, ושימוש במחשב. אבל גם מורים במתמטיקה-זה הדבר המרגיז, כאן אנחנו עומדים בפני הצורך שהאוניברסיטה תעשה עוד יותר עבודה של בי"ס תיכון.

מבחינת תוכניות הלימודים, היום אנחנו - וזה שוב לגבי מה שאמר עמיקם יהודאי, אנחנו מכינים את כל המחלקות שמבקשות - כל המחלקות לטכנולוגיה, למדעי הטבע - וכן המחלקה לכלכלה, המחלקה לגיאוגראפיה, לומדים קורסי תכנות - לפי דרישות המחלקות. נכון, שזה שירות, אולי, ברמה של בי"ס תיכון. צערי הרב, גם מתימטיקה לכלכלנים, הקורס בחלקו של בי"ס תיכון וכשבאים בלי הכנה, השילוב הוא חובה, כמובן, על המחלקות האקדמיות, לבנות על הבסיס הזה קורסים של מודלים וסימולציות.

פרופ' וולברג: אני רוצה לדבר 60 שניות על מידע. התקשוב זה כולל תקשורת, מחשוב ומידע. וכמה מהמרצים פה, דיבר על מהפכה, מהפכה היא לא מהפכה במחשבים,

מכיוון שהנושא מעניין אותנו, זה טוב, באמת, שכולם ידעו על רשתות, על מערכות הקבלה ולוגיקה ומתמטיקה פיסיקה וכו'.

בסופו של דבר, אנחנו רוצים לראות את המחשב -- אני עברתי קורס באוניברסיטה להשתמש על מכונת צילום, ובקושי למדתי אצל מורה לנהיגה איך לנהוג, והיום כולם לא לומדים באוניברסיטה, כיצד לנהוג במכונית, אתם יודעים שמכונית זה דבר מאוד מורכב ומסובך, וחסר טיפה של חול בדיזה של הקרבורטור- כדי שהמכונית לא תעבוד. ואף על פי כן, 99% מהעולם לא יודע איך מכונית עובדת. ונוסע בה, כך הייתי רוצה לראות במחשב. שישתמשו במחשב. קורסים שאני חושב שצריכים ללמד זה קריאת מידע, איך לגשת למאגרי מידע,

פרופ' גולדברג: אני מרגיש חובה להגיב, מפני שבשני המקרים מעורבים סטודנטים שלי, ידידים שלי לשעבר, שעובדים בתעשיה. אני מצטער שאני היחידי שהרמתי את היד, ועשיתי איזשהו סימן כשנאמר כאן משהו. מפני ששני הג'וקים החשובים ביותר שיש בלב ה"PC" נולדו 75 ק"מ מכאן, ב"סיליקון ולי" שבחוף חיפה, והג'וק שבתחנה הגראפית הראשונה שיוצאת לשוק עכשיו, ושעוברת את המחיר מתחת לעשרת אלפים דולר, והיא רצינית - נולד ק"מ אחרת, באגף שלנו ב"סיליקון ולי" בהרצליה.

<u>"בעיות אקוטיות במערכת ההשכלה הגבוהה בארץ בתחום התקשוב"</u>

מנחה פרופ' קנת פרייס: הפאנל הזה, השם הוא שם מעניין. בעיות אקוטיות במערכת ההשכלה הגבוהה בארץ - בתחום התקשוב. זה מעורר שאלה אם יש בכלל בעיה אקוטית?

. מה הם המסרים שאנחנו רוצים להעביר, במשרד התקשורת, במשרד המדע, בקשר לסיפוק הצרכים, . מעבר לאיזורים של בעיות כלליות. אני שמעתי, במשך כל היום כאן, רק הערה אחת שיכולה להביא לתכלית. כך נראה לי. וזה בעית התשתית והבזק. שהועלה כאן ע"י מכון ויצמן. בדיונים שונים, עם אנשים שונים, - כולם אומרים: "הכל טוב ויפה, אבל מה עם הבזק".

. מטרת היום-עיון היא להעלות דברים שיכולים להביא לתוצאות מעשיות, ע"י הועדה שמונתה ע"י שני השרים. ואנחנו צריכים להביא בחשבון, שמה שאנחנו נגיד היום, יכול להשפיע-להערכתי-במקרה הכי זריז, בעוד שלוש שנים מעכשיו. ולכן כשאנחנו אומרים "שאלות אקוטיות" זה לא בעיות אקוטיות באופן כללי, אלא בעיות אקוטיות שרצוי להפנות אותם לכתובת של משרד התקשורת ומשרד המדע.

ולכן, אני פונה לחברי הפאנל - לפרט אם יש בעיות אקוטיות במערכת ההשכלה הגבוהה בארץ, בתחום התקשוב - שרצוי להביא לידיעת שני המשרדים האלה.

אבי כהן: אני אזכיר נקודות שכולם מודעים להם, אבל מטרידות וצריך למצוא להם פתרון, או לפחות להתייחס אליהן.

אחת הבעיות שאנחנו עוסקים בהן לאחרונה, היא ניצול היתרון לגודל של מוסדות להשכלה גבוהה, אנו עוקבים בנושאי רכש, הן בחומרה והן בתוכנה, בסה"כ במספרים גבוהים מאוד, בדולארים. וזה מחייב אותנו להתארגן בצורה שתביא זאת לידי ביטוי, בהסכמים למיניהם עם ספקי הציוד עם ספקי התוכנה. אנחנו - מנצלים זאת מעט מדי היום, ולנושא זה צריכה להינתן תשומת לב, עם כל ההשלכות האירגוניות והאחרות הנובעות מכך.

בעיה שניה היא בעית המיסוי על חוקה. אנחנו פטורים כיום ממיסים על חומרה המשמש למחקר והוראה אך לא על תוכנה. אני חושב שזה מחייב טיפול ובדחיפות- כי הדבר מתבטא בהוצאה גבוהה שתלך ותגדל. בעיה שלישית שברצוני להעלות היא בעית הרכש של מחשבים אישיים והקשר למושג"תחנת עבודה".

פרופ' דני דולב: נדמה לי שבהתייחסות למחשב אישי, כיום יש לתת את הדעת על אספקט העתידי של תחנת עבודה. לנושא זה מוקדשת כיום תשומת לב רבה באוניברסיטאות המובילות בארה"ב.

איך צריכה להיראות תחנת עבודה, מה תפקודיה, באיזה תחומים ונבחנות המשמעות על תוכניות ההצטיידות בתחום מחשבים אישיים באוניברסיטה. נראה לי שגם בארץ צריך לתת על כך את הדעת ולעקוב אחר ההתפתחויות בתחום זה, וההשלכות על תוכניות ההצטיידות האוניברסיטאית.

בעיה רביעית היא כוח האדם המקצועי טכני, הנושא נדוש, אבל יש לנו בעיה חמורה מאוד, שתלך ותחריף, וכל מוסד מתמודד איתה כיום בנפרד. אני ממליץ לרכז מאמץ ולהגיע להמלצות לשיפור תנאי השכר אצל אנשי מקצוע אלה כדי שניתן יהיה להשיג ולהעסיק כח אדם מקצועי, ברמה סבירה. בסביבה שכמות הציוד והתוכנה בה, תלך ותגדל.

ההתייחסות האחרונה היא לנושא של דרישות למחשב-על, המדיניות שנראית לי ביותר בשלב זה היא המאמצים שלנו יתמקדו בכך שנרכז דרישות וננסה לתת להם מענה, ע"י שימוש ברשת מחשבי-על מחוץ למדינת ישראל, עד שנגיע לנקודה שנדע בבירור שהצורך קיים ויש שימוש סביר ואז נתחיל להתארגן להקמת מרכז כזה.

ברור שהרבה יותר טוב, תיאורטית-להתקין מחשב, ולהעמידו לרשות ציבור החוקרים אבל אני חושב שלאור ההבדל בין התקנת מיקרו מחשב, להתקנת מחשב-על, לא נוכל להמליץ על הליכה בדרך זו,
לא ניתן לעשות דבר שונה ממה שנקבע ואם לא נתארגן בצורה רצינית לניצול מחשבי-על באופן פרקטי, קיימים, לא יהיה גם בעתיד סיכוי למחשב.

מ נ ח ה: תודה רבה. אולי הייתי צריך להציג את אבי כהן. הוא יושב פיזית בת"א, אבל הוא בתפקיד של מנהל המחב"א.
עכשיו אזמין את פרופ' ג'ון וולברג מהפקולטה להנדסת מכונות.

פרופ' וולברג: אני רוצה להתרכז רק בבעיה אחת, וזאת על סמך הנסיון שלי בשנה אחרונה. יצאתי לשנת שבתון, ועבדתי על פתוח של מערכת תכנה שמבוססת על שימוש באינטליגנציה מלאכותית לבנית מודלים לחיזוי. וכשחזרתי ארצה, והתחלתי לעבוד עם פרופ' שלמה ניצן-מתעשיה וניהול בטכניון, והגעתי לנציגים של בנק ישראל, במחקר כלכלי, וכן לשכה המרכזית לסטטיסטקה, בנושא פרוייקט שקשור לשימוש המערכת הזאת.

כשחזרתי מחו"ל, שמעתי בקיץ, שעומדים לחבר את טכניון לביטנט לא האמנתי שזה יתגשם. פניתי לגידרא ושאלתי מה נשמע ומה הולך, הוא אומר: "כן, זה קיים, וזה הולך" ניסיתי איכשהו להתקשר - והצלחתי בזמן די סביר, והופתעתי עד כי כך, כמה שזה מהפכני. זה שינה את כל הגישה למדע, שהיתה לי, בתקופה של 20 שנה אני עובד עם מחשב. זה שינוי מהפכני.

במועצת פאקולטה הראשונה, הצגתי את העבודה הזאת לחבר מועצת פאקולטה שלנו במכונות, והזמנתי אותם לבוא לראות את המערכת הזאת בשימוש. אני מדבר על אנשים שהם בטכנולוגיה ועובדים במחשבים כבר הרבה שנים. ופנו אלי אחד-אחד. וראיתי בלי ירצא דופן, מה שאני קורא "הלם של הדגמה". שאני רק מתחיל להסביר מה זה רשת בינלאומית, ואני עושה "לוג" ואני כותב"ממ'די" על המסך, ולוחץ "סנד" ופתאום זה הגיע לאוהיו סטייט, והם מסתכלים על זה וקשה להם לקלוט מה שמתרחש. ואני מדבר על אנשים שמתעסקים בטכנולוגיה. פשוט לא תופשים שזה באמת קורה.

מה המסקנה מכל הסיפור הזה? זה דבר מהפכני, אבל אני רואה קושי רב לשכנע את אלה שקובעים מדיניות בארץ - כמה שזה חשוב לנו. אני רואה, כקושי רב לשכנע אנשים כאלו, אני גם רואה שזה חשוב, ואולי יהיה קושי גם לשכנע חברות כמו י.ב.מ. וחברות אחרות שעובדות ב"מיין פריים" כמה שזה חשוב. כי ע.ד.י דעתי, הרעיון הזה של רשת בינלאומית, זה התשובה של ה"מיין פריימס" לעולם המיקרו. המיקרו מהפכני, וה"מיין פריימס" לפי דעתי היה שנים, במצב של הגנה על העמדה שלהם. פתאום יש להם יתרון עצום,

לפי דעתי לעשות את זה בהגבלות, כמובן בהגבלות של כסף, אני לא רואה איך אפשר לארגן את זה. בעיקר לתקשורת עם חו"ל. ואני רואה שזה חשוב להדגיש את הנקודה הזאת.

זו דעתי, ואני חושב שאפשר לארגן את זה דרך מחשבים גדולים, מרכזיים. אחרת אני לא רואה איך אפשר לפתור את הבעיה הכספית של זה.

פרופ' דולב: (מדעי המחשב בי-ם), אני עומד לדבר על שני נושאים, לחלוטין זרים, שניהם אקוטיים לדעתי. אני לא אחזור לדבר על שאר הדברים האקוטיים ששמענו.

דבר ראשון עולה מדבריו של פרופ' וולברג, אנחנו רואים כאן את אותה תופעה שלדעתי הוזנחה ומוזנחת, בצורה פראית, בארץ. והיא כל הבעיה שנקראת היום "טכנו סטרס ". אנחנו מדברים על מצב שאנחנו רוצים שבעוד 5 שנים כל הסטודנטים יצאו מכיתה ח' עם ידע במחשבים, מכיתה י"ב עם ידע בהנדסה גנטית ואינטליגנציה מלאכותית, ושכל השאר יקרה.

חברה זה לא יקרה כנס. אנחנו צריכים להכין את אותם מורים שצריכים להכין את האנשים האלה. והפרוש של להכין מורים - זה לא להפוך אותם לטכנוקראטים. כל המוטו של כל מה ששמענו היום, איך אנחנו הופכים את כל מערכת החינוך לטכנוקראטים.

יש לנו בעיה הרבה יותר חמורה, והיא ההלם. אנחנו נמצאים במצב-אם אנחנו נסתכל על אנשים שמשתמשים במחשב, יש לנו שתי אוכלוסיות, מאוד קיצוניות. האחת - אנשים שעושים את ההכרח, מה שאתה מחייב אותם לעשות. לא יגעו מעבר לזה. והפחד שלהם נובע מאותו הלם - הם עובדים עם מערכת שהם לא יודעים לבלוע אותה, והם מאוד פוחדים לעשות שגיאות. יותר מזה, וזה הדבר החמור ביותר, וזה נכון למורים יותר מאשר לאחרים - זה נכון לפרופסורים יותר מאשר לסטודנטים, זה נכון למנהלים יותר מאשר לפקידות: הפחד לחשוף את העובדה שקשה להם להתגבר, או הפחד לשאול את האחרון בשורה - מה עושים כדי לצאת מהחור הזה שנתקעתי בו.

המצב הזה יוצר בלימה אדירה של כל עיכול המערכות שאותם אנחנו מנסים להעמיס על החברה. אנחנו חייבים היום, יפה מאוד ללמוד, איך מחנכים אנשים לעכל את זה. איך מחנכים את המערכת לדעת להפיק מהמערכות האלה את מה שצריך, בלי להיכנס לאותו הלם, ואנחנו חייבים להתחיל במורים. אנחנו לא יכולים לדרוש מסטודנטים שיצאו מבי"ס תיכון, עם מידע אדיר במחשבים, אם המורה פוחד ללמד אותם. ורק שמעתי כאן שיחה, תוך כדי זה חשבתי שיש תלמידה אחת שלוקחת 5 יחידות בכל המערכות של מדעי הטבע, לא לוקחת מחשבים כי המורה לא יודע על מה הוא מדבר. המורה יודע על מה הוא מדבר, אין לו את הבטחון.

אנחנו חייבים היום, בצורה מהותית, לשנות את כל הגישה לחינוך. לא להפוך בני אדם לטכנוקרטים מצד אחד, ומצד שני להעניק למורים, גם כלים, איך לשלב או איך להציב מערכות - למנהלים ולמורים, איך להציב מערכות, איך לגרום לאנשים שיבחינו במערכת את האינטגרציה הטבעית, או יטפלו בה.

הנושא השני שאני רוצה לגעת בו, כאן מדובר - בתעשיה שרוצה הרבה סטודנטים
כאלה או אחרים - עם מידע זה ואחר. היום המצב, כפי שפרופ' שמיר ציין את זה על
הלוח - שאנחנו לא בדולאר מינוס, אלא בדולאר מינוס-מינוס, : תעשיה
עשירה לעין ערוך מבחינת הציוד היא יכולה להרשות לאנשים לראות - מאשר באוניברסיטה.
ואין שום דרך, להציג לאנשים את כל מערכות הגרפיות האדירות שהיום יש בתעשיה -
כי כל מערכת היא יקרה מאוד, כל מערכת ייחודית מאוד - ולנו אין את הכסף. לדעתי,
אנחנו חייבים לחייב את משרדי הממשלה, לחייב את התעשיות להציב ציוד לתוך האוניברסיטה.
שתהיה מעבדה
לא יודע מי-שבו נוכל להדגים לסטודנטים את הציוד החדש. שתתרם ע"י - אני

פרופ' גולדברג: התכוונתי לפתוח בהערה בקשר עם התעשיה. כי ההערה שלי היא בדיוק
בקשר ההפוך. אולי מפני שעבדתי זמן מה בתעשיה מסויימת באיזור חיפה, אולי יש לי
הרגשה כזאת שלעיתים אני יושב באוניברסיטה ועושה דברים מאוד מעניינים, שמעניינים
בעיקר אותי-וזה אני עושה על חשבון הזיעה של הפועל בתעשיה. אז אני חושב
שאם אנחנו, באוניברסיטאות, יכולים לעשות משהו לעזור לתעשיה בארץ -חדבתנו לעשות
את זה. ולכן הייתי מאוד רוצה לראות. כאחת המטרות שיעבדו באופן חיו . לא רק באופן
נקודתי כשיש בעיה,אלא באופן מסודר, מאורגן - לפתיחת מאגר המידע הראוי והסמוי,
שיש באוניברסיטאות - לתעשיות בארץ. אני חושב שזה לא טוב, שהכמות האדירה של מידע
שנמצאת אצל הציבור האקדמי, לא עומדת בצורה מסודרת מאורגנת - עם גישה מיידית, באמצעות
תקשוב - לרשות התעשיה-וזה בודאי לא טוב אם הזרמה זאת של מידע, שהצטבר על חשבון
הציבור - כי אנחנו מקבלים את משכורתנו ממשלם המיסים - הולך חזרה לתעשיה שממילא
כבר שילמה את זה באמצעות המיסים שלה - דרך בני אדם שרוצים לעשות מזה כסף, כמו
שמוזכר בהערה של פרופ' פז. בשפתו את דבריו.
ואני הייתי אומר שזה הולך מעבר לתעשיה. וצריך, לפי דעתי,ללכת לציבור כולו. החינוך
הפורמאלי הוא רק כ-25% ממקור המידע שיש לכל אזרח בכל מדינה מפותחת בעולם המערבי.
היתר, זה חינוך לא פורמאלי, שבא מטלויזיה - אז משלמים איזשהי אגרה, ושיכול לבוא
גם כן מהתחברות מהבית, באמצעות מסוף, למחשב שנמצא באוניברסיטה פלונית או אלמונית.
גם אם זה יחייב מי שרוצה ליהנות מזה, מתשלום איזשהי אגרה.

אני הייתי רוצה לראות את מאגרי המידע האלה פתוחים לצבור הרחב.
הדבר השני שהייתי מציע, לכלול בהמלצות ולהקים איזה גוף - לא מינהלי
ואדמיניסטרטיבי, אלא גוף מתאים, שינסה לשים קץ לכפילות ולאנרכיה בפתוח כלי עבודה
שצריכים לשרת את כולם. האנשים שעסקו בזהוי צורות

בתחום המחקר שלי - לפני 10 שנים, 15 שנים, הגדירו את זה יפה מאוד.
מערכת אינטראקטיבית, מערכת מחשב אינטראקטיבית, היא בסה"כ מחשב שיש לו "סי.פי.יו"
והרבה מכשירים היקפים.

בין המכשירים ההיקיפיים שלו, ישנו אחד ששמו האדם, הוא מאוד חכם, הוא מאוד איטי והוא טועה לעיתים קרובות. אז אם רוצים לבנות מערכת טובה, היא לא צריכה להיות, כפי שנאמר מקודם, מערכת של אינטליגנציה מלאכותית 100%, אלא אחוז מסויים - כשהאדם הוא המשלים את החסר.

אותו דבר אפשר להשליך בתחום של הוראה, אבל גם בתחום של עבודה יום-יומית. התיקשוב פותח לפנינו את שיטת ה"סרוור". אפשר לפתוח הרבה "סרוורס" בכל מיני תחומים, זה נעשה, בפועל - וזה צריך לעמוד לרשות כולם, וצריך להיות איזה גוף שדואג: א. שהציבור ידע מה קיים, וב. שלא תיעשה כפילות, כי כולם יודעים שהתוכנה הרבה יותר יקרה מאשר החומרה.

בנוסף לזה, אני חושב שאנחנו הולכים לקראת אסון, בשנים הקרובות, אם לא יקום איזשהו ועד מתאים, נקרא לזה איך שנרצה, שיטפל בקביעת תקנים בשלושה תחומים: האחד זה בתקן של מעבד תמלילים דו-לשוני עברי-אנגלי, שיאפשר להעביר טקסטים מוכנים להדפסה ממכונה למכונה - כשיש להניח שהמכונה שבקצה א- או אחת המכונות שבקצה ב' יודעת לבצע את עיבוד הטקסט, על מנת להעביר מסמכים ויכול להיות תיזה, יכול להיות דו"ח, הנושא ברור.

הנושא השני צריך לבוא, לקביעת תקן זה העברת מידע גרפי. וזה לא רק לצורך תקשורת, אלא לצורך עבודה גראפית במחשב. הוזכרה כאן הבעיה של הצטיידות, סגל וסטודנטים במיקרו-מחשבים. גם אם לא נרצה, זה יהיה. אבל גם אם נרצה, זה לא יהיה כולם אותו מחשב. כי מוסד פלוני יכול להחליט שהוא קונה מכשיר מחברה מסויימת, והיא מפסיקה את הייצור. כבר היו דברים מעולם. וצריך לדעת לעמוד בזה. לכן אנחנו צריכים לדאוג לאיזשהו אינטרפייס בכל מכונה, בין שיטת אגירת נתונים גראפים, ואני חושב שאם נזניח את זה, אז זה ימשיך להיות מוזנח, כמו שזה מוזנח 10 שנים. בדיוק לפי אותו רעיון, אני חושב שגם בנושא תוכנות לומדה. שיכנסו לעבודה כאמצעי-עזר. להחליף את המורה.

ואולי פה אני רוצה להוסיף איזה דבר. גם שם צריך לקבוע איזשהו תקן, כך שאם יהיה איזשהו סיכוי שמאמץ פיתוח שייעשה במוסד א', על מכונה מסוג ג' - יוכל לעבוד גם במכונה אחרת.

בנושא של הוראה שהוזכר מקודם, אני הייתי רוצה להעיר דבר אחד: כשאני קם בפקולטה בפיסיקה, להרצות מקצוע בשם חשמל, שלומדים נאמר לפי ספר ברקלי, אני לא מעמיד את עצמי לא לגובה של פרופ' פרסיל, ולא לקרסול שלו. ולכן הייתי אומר לסטודנט שלי, שמה שהוא צריך לעשות, זה לנסות ללמוד מספר של פרסיל, כי הוא מדען יותר טוב ומורה יותר טוב ממני. אני חוזר ואומר, שאני לא מגיע לקרסול שלו. אז אם כן, למה צריך מרצה? צריך מרצה כדי לתת את האחוז הקטן שהאדם הבודד לא יכול להבין מתוך דבר, שהוכן עבור הכלל.

וזה מה שהייתי רוצה לראות, כהוראה במוסדות להשכלה גבוהה.

ובנושא זה, התקשוב יכול לעזור בצורה לא נורמאלית. אם ייכנס לאיזשהו סדר. מפני שאז אנחנו נהיה סוף סוף מה שאנחנו - לפי דעתי - אנחנו צריכים להיות, באוניברסיטה. זאת אומרת, אנשים שבאמצעות הנסיון שלנו נוכל להגיד לדור יותר צעיר, איך תוקפים בעיה שלא יודעים לפתוח אותה. אני לא חושב שאני צריך להאכיל את חוק גאוס עם כפית. בשביל זה יש ספר, בשביל זה יש וידיאו טייפ, בשביל זה צריך להיות מחשב.

וולשטיין מהטכניון: שלוש הערות.

הערה ראשונה בנוגע למה שנאמר על זה שהאוניברסיטאות צריכות להיות מצויידות כמו התעשיה. אני לא חושב שזה אפשרי. משום ענף של המדע או הטכנולוגיה, אין לנו מה שיש בתעשיה, ולכן אני חושב שלא צריכים להיות אותם מחשבים שיש בתעשיה.

אז לפי דעתי, את האידיאל הזה צריך להוריד, ולהישאר בדברים החיוניים. הדברים החיוניים, נראה לי, שהיום זה שלוש בעיות שבעיני לפחות, מאוד חשובות.

הבעיה הראשונה, קודם כל כפי שנאמר פה הסופר מחשב, אנחנו נכנסים כאן לפיגור, והיום יש לעבוד - חברות עם ה"אריי. פרוססור" שאפשר להתקין אותם בשביל מיליון דולאר, לא בשביל 10 מיליון דולאר. ואם אנחנו לא נכנס לשטח הזה, אנחנו מכניסים את התעשיה המקומית לפגור חמור. והיום אנחנו גם בפגור. וזה לא נכון שאין אנשים מעוניינים בארץ שיכולים או רוצים לעשות את זה, בלי להתאמץ, רק מתוך ידיעות אישיות - אני יכול מיד לשים פה על השולחן, את ה-10-15 מומחים באוניברסיטאות השונות, שמתעניינים בזה. ואני חושב שזה לא מספר מוגזם.

הנקודה השניה שאני רוצה להעלות, זה הנקודה של התקשורת בתוך האוניברסיטאות. זאת אומרת, קשר של חוקרים והידע שלהם למרכזי מחשבים. או למחשבים מרכזיים. שכרגע במקומות מסויימים זה קיים, במקומות אחרים לא קיים.

הדבר השלישי, שוב פעם, נדמה לי שאם מדובר על פתוח לומדה, זה מחייב אותך למשאבים בקנה מידה רציני. וזה דורש, שיוכר כדבר שעולה כסף.

פרופ' עזריה פז: בתור מי שעומד בראש הפאקולטה הכי גדולה למדעי המחשב, בארץ, הבעיה הכי אקוטית שיש לנו, זה סגל. חברי סגל. זה יותר אקוטי מכל דבר אחר. אנחנו מקבלים 1 מכל 5 הסטודנטים שפונים ואחד מתוך ארבע שיכולים ללמוד מדעי המחשב, יחס סגל סטודנטים 1 ל-40. בלתי-נסבל ובלתי-אפשרי, להיות חבר סגל, לא אטרקטיבי היום. לא נמצאו-ואין פתרונות סבירים, איך לגרום לכך שהיה אטרקטיבי להיות חבר סגל, בפאקולטות שלנו. לדוגמא: התעשיה ניסתה לבוא לעזרת המערכת ע"י הקמת קרן הנותנת למי שמצטרף לפקולטה $500 לחודש למספר שנים, במקום 500 $ הם מקבלים פחות מ-$200. מאידך זה יוצר בעיות אחרות במערכת.

פרופ' לין: אני חושב שכדי לעשות את הסינטזה של מה שנאמר פה, לנושא הזה של גיוס חברי סגל - זה בדיוק הנושא של הצייוד לתעשיה. כי היום אין אפילו - לא רק עניין השכר - אין משיכה למחקר באוניברסיטה. כי באונ' אומרים: תנאי מחקר - אתה עושה מה שאתה רוצה, אם התעשיה נותנת דברים דומים, בלי ההוראה, בלי התעסקות עם עשרות סטודנטים - ויותר דורשת - יש בעיות מעניינות גם בתעשיה. וזו אחת הבעיות של הקושי.

פרופ' כצנלסון: אני רוצה להגיד את הדבר שאמר פרופ' פז, בצורה יותר מפורשת. לדעתי, אחת הבעיות האקוטיות ביותר, במערכת אקדמית, בעידן מחשבים - היא בעית השכר וחברי סגל. אם השכר הזה יהיה שווה לתעשיה - יוקל בהרבה העומס. גם מצעירים, וגם מותיקים.

פרופ' שביב: אני רוצה להרחיב את מה שנאמר ע"י פרופ' פז ופרופ' כצנלסון, לא לאנשי צוות - הם אמרו לאנשי סגל - אני מדבר על אנשים במרכז המחשבים, או במקומות דומים. המערכת בדרך כלל, האקדמית, היא הרבה יותר רחבה, ומפורסת, עם הרבה יותר בעיות ממה שיש במערכות דומות בתעשיה, בגלל היותר-מונוטוניות בתעשיה. ויש קושי רב באחזקת אנשים טובים, לשירות המערכת האקדמית.

מ נ ח ה: אני מבין שאנחנו החלטנו על הקלה במיסים ומס שירותים, וכל זה - באוניברסיטאות צריך רק ליישם את זה עכשיו.

פרופ' פורמן: אני רוצה להתריע, יש פה אוסף של אנשים שרובם עוסקים בנושא המחשבים, ולכן קל להם להתמקד בנושא הזה. ואני לא אגיד שאני לא רואה את הצרכים, ולא רואה את המהפכות האלקט'. אבל המדע היום, הוא לא כולו מדע של מחשבים. יש גם נושאים אחרים פרט לכך. לכן, כשממליצים בהזדמנות כזאת על הכנסה של סופר מחשב, או השקעה משאבים נוספת בכיוון הזה אני חושב שצריך לעשות את זה בהגיון, בשיקול דעת, כשמסתכלים מהם הכלים האלטרנטיבים במערכת האקדמית, לכסף המושקע.

חופש אקדמי, אני שמעתי מגיורא קודם, שלא יתכן שאנחנו נבדוק מהי תחולת החשבון, או מה מרצה x שומר בדיסקים שלו במחשב. אני מסכים עם זה ב-100%. אבל בהחלט חופש אקדמי, זה איננו חופש מביקורת. גם באותה מידה שנניח, בן -אדם - אם אתה מוכן לקבל את זה שהוא זכאי לכל כח - אז למה נפלה לרעה אותו אדם שצריך מיקרוסקופ אלקטרוני - אולי גם הוא זכאי לרכוש באותה מידה.

פרופ' שמיר: דוקא המצב הוא להיפך, אני-אנחנו כיום, הרבה שנים, או לפחות שלוש-ארבע שנים, במצוקה תקציבית. אם אתה בודק את ההשקעות שנעשו במדעים קלאסיים, כמו כימיה, מדעי החיים, מה השקעות בציוד, וגם בסגל שנעשו בהם, בשנים האחרונות-שההשפעה שלהם על טכנולוגיה לא קבועה - אתה רואה כמה השקיעו בתחום הספציפי של מדעי המחשב - אתה רואה שיש פער עצום. ואין מדובר בתקופה של רחבות יחסית, ועושר יחסי. אלה שצמחו בשנים האחרונות, נמצאים בתקופה של מצוקה - וזה כולל גם את עושי החישובים וגם את המחלקות.

ס י ו ם ה כ נ ס.